

Die Satellitenbild-Lesekompetenz

Empirische Überprüfung eines theoriegeleiteten
Kompetenzstrukturmodells für das „Lesen“ von Satellitenbildern

Von der Pädagogischen Hochschule Heidelberg
zur Erlangung des Grades einer
Doktorin der Philosophie (Dr. phil.)
genehmigte Dissertation von

Isabelle Kollar

aus

Sinsheim

2012

Dissertation an der Pädagogischen Hochschule Heidelberg

Erstgutachter:
Prof. Dr. Alexander Siegmund
Pädagogische Hochschule Heidelberg

Zweitgutachter:
Prof. Dr. Gunter Menz
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Fach:
Geographie

Tag der Mündlichen Prüfung:
11. Juli 2012

Vorwort

Die Idee zu dieser Arbeit entwickelte sich aus dem europäischen Forschungsprojekt SEOS („*Science Education for Earth Observation for High Schools*“) heraus, welches von der EU im 6. Forschungsrahmenprogramm gefördert wurde und in dem interaktive Module zur Fernerkundung für die gymnasiale Oberstufe entstanden. Durch die internationale Projektarbeit über gut zwei Jahre und die Beschäftigung in der Abteilung Geographie an der Pädagogischen Hochschule Heidelberg konkretisierte sich nach und nach das genaue Thema der Dissertation.

Zur Wahl der genauen Thematik trugen zudem die faszinierenden Übersichten bei, die Satellitenbilder bieten und die mich schon seit dem Studium und während meiner Diplomarbeit begleitet und beeindruckt haben. Die spannende Verknüpfung zwischen Fernerkundungsaufnahmen und der schulischen Umsetzung bzw. bereits existierende Erfahrungen bei Schülerinnen und Schülern stellen die Grundlage zu dieser Arbeit dar.

Besonders bedanken möchte ich mich bei Prof. Dr. Alexander Siegmund für die Unterstützung im Projekt, bei allen themennahen und -fernen Belangen und bei der Betreuung der vorliegenden Dissertation. Durch sein Engagement und seine strukturellen und inhaltlichen Rückmeldungen präziserte sich die Thematik, das entwickelte Kompetenzstrukturmodell und die quantitative Befragung.

Auch danke ich Prof. Dr. Gunter Menz für die unkomplizierte Übernahme der Zweitkorrektur. Danken möchte ich außerdem allen beteiligten Lehrerinnen und Lehrern sowie Schülerinnen und Schülern ohne deren zahlreiche Mitarbeit eine quantitative Befragung nicht möglich ist.

Darüber hinaus möchte ich mich bei folgenden Personen bedanken, ihr wisst wofür! Patricia de Candia, Catrina Cofalla, Peter Dippon, Raimund Ditter, Pascal Eisenbeis, Christina Fiene, Dana Frödert, Dr. Samuel Greiff, Sebastian Günthert, Michelle Haspel, Anke Heidelberg, Markus Jahn, Prof. Dr. Ulrich Michel, Signe Mikulane, Dr. Eduardo Monari, Dr. Simone Naumann, Claas Olehowski, Matthias Schenkel, Julia Schlenker, Dr. Alexandra Siegmund, Holger Thunig, Kathrin Viehrig, Andreas Vogler, Sabine Vogler, Daniel Volz, Christiane Weis und Julia Weis.

Für die Geduld, die Unterstützung und den Rückhalt während der Promotion danke ich meiner Familie und ganz besonders Sebastian.

Zusammenfassung

Satellitenbilder sind inzwischen fester Bestandteil unseres Alltags geworden: ob in der Wettervorhersage, in den Nachrichten oder der Erkundung des nächsten Urlaubsziels mit Google Earth. Auch in den Geo- und Umweltwissenschaften spielen Satelliten- und Luftbilder längst eine zentrale Rolle zur Analyse und Bewertung von globalen Umweltveränderungen. Die Nutzung von Satellitenbildern im Geographieunterricht wird daher inzwischen auch in den nationalen Bildungsstandards und vielen Lehr- und Bildungsplänen explizit vorgeschrieben, in der Praxis aber noch nicht flächendeckend umgesetzt. Es stellt sich somit die Frage, wie kompetent Schülerinnen und Schüler im Umgang mit Satellitenbildern sind, was sie aus ihnen „herauslesen“ können. Dieser Frage nach einer „*Satellitenbild-Lesekompetenz*“ widmet sich die vorliegende Arbeit.

Basierend auf theoretischen Überlegungen zu Bildungsstandards und Kompetenzen, allgemeinen Ansätzen zum Lernen mit Bildern und zur Arbeiten mit Satellitenbildern wird ein theoriebasiertes Modell der Satellitenbild-Lesekompetenz entwickelt. Die Kompetenz Satellitenbilder zu analysieren, ist dabei in Anlehnung an die Kompetenzdefinition von Weinert (2001) und nur bezogen auf die kognitiven Anforderungen wie folgt definiert: durch die beim Individuum verfügbaren oder erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, wesentliche Elemente in Satellitenbildern der Erdoberfläche (Echt- und Falschfarben-Satellitenbilder) zu erkennen, ihre Beziehungen zueinander zu beschreiben sowie den Aussagewert (Potenziale und Grenzen) von Satellitenbildern zu erkennen und zu beurteilen. Das normative Kompetenzstrukturmodell setzt sich aus den zwei Dimensionen „*Natürliches und indikatorisches Bildverstehen*“ und „*Darstellen und Beurteilen des Aussagewertes*“ mit jeweils vier aufeinander aufbauenden Niveaustufen zusammen.

In einem zweiten Schritt wird dieses Modell mithilfe eines Onlinefragebogens am Ende der Sekundarstufe I an Gymnasien in Baden-Württemberg empirisch überprüft. Weitere Forschungsfragen beziehen sich auf die bisherige Beschäftigung mit Satellitenbildern im schulischen wie privaten Kontext. Des weiteren wird der Zusammenhang zwischen bisheriger Satellitenbildnutzung und einer Satellitenbild-Lesekompetenz untersucht, ebenso wie Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen in Bezug auf ihre bisherige Nutzung von Satellitenbildern und ihre Kompetenz, Satellitenbilder zu analysieren. Die statistische Auswertung der Kompetenzmodellierung erfolgt mithilfe der probabilistischen Item-Response-Theorie, die Beantwortung der Forschungsfragen auf Basis der klassischen Testtheorie.

Das theoriebasierte zweidimensionale Modell der Satellitenbild-Lesekompetenz wird durch die quantitative Onlinebefragung von 758 Gymnasiasten empirisch bestätigt. Die vierteilige Niveaustufung der beiden Teilkompetenzen kann empirisch nicht eindeutig nachgewiesen werden und wird im Nachhinein in drei empirischen Stufen zusammengefasst. In der ersten Dimension „*Natürliches und indikatorisches Bildverstehen*“ können abgestuft in den beiden unteren Stufen in Echt- bzw. Falschfarben-Satellitenbildern einzelne Elemente erkannt und beschrieben werden. In der höchsten Stufe der ersten Dimension können diese Elemente im Sinne einer Gesamtorientierung sowie im Bildvergleich erkannt und beschrieben werden. Die unterste Stufe der zweiten Dimension „*Darstellen und Beurteilen des Aussagewertes*“ enthält das Selektieren und Erkennen von Strukturen in Echt- sowie Falschfarben-Satellitenbildern. Darauf aufbauend folgt die Einschätzung der Eignung von Satellitenbildern hinsichtlich ihrer spektralen Auflösung sowie die der generellen Potenziale und Grenzen von Satellitenbildern.

Satellitenbilder werden von über der Hälfte der befragten Schülerinnen und Schülern in der Schule genutzt (60 %), wobei dies noch relativ selten (nur 9 % nutzen Satellitenbilder einmal monatlich oder mehr) und meist im Fach Geographie sowie in analoger Form (Schulbuch, OH-Folien etc.) geschieht. Die private Nutzung von Google Earth und ähnlichen virtuellen Globen liegt demgegenüber höher, 94 % der Befragten nutzen eines der Programme. Generell lässt sich ein kleiner Zusammenhang zwischen höherer Satellitenbildnutzung und höherer Satellitenbild-Lesekompetenz erkennen, signifikant wird dieser bei Betrachtung einer zusammengefassten Satellitenbildnutzung sowie der privaten Nutzung von Satellitenbildern und Google Earth. Die befragten Jungen beschäftigen sich signifikant häufiger mit Satellitenbildern als die befragten Schülerinnen, außerdem weisen sie signifikant höhere Fähigkeitswerte auf.

Abstract

Satellite images have become an inherent part of our daily lives whether in the weather forecast, in the news or in the exploration of our next holiday destination via Google Earth. In the Earth science, satellite images have provided important data and played a major role analysing and assessing global environmental changes for 30 years. The use of satellite images is therefore included in the educational standards in geography and various curricula, but is still not area-wide implemented: But what can students „see“ in satellite images? Which elements can they identify? This research study investigates satellite image reading literacy.

A theory-based competence structure model of satellite images reading literacy is developed, based on theoretical work on educational standards and competency development, as well as on learning with images in general and working with satellite images in particular. In accordance with the literacy definition of Weinert (2001) and with a focus on cognitive abilities, satellite image reading literacy is defined as cognitive abilities and skills available to individuals or learnable by them to identify and describe main elements in satellite images depicting the earth's surface (true and false colour satellite images), to describe their relations, as well as to reflect on and evaluate the informational content (potentials and constraints) of satellite images. The normative competence structure model consists of two dimensions, which are *“natural and indicational image understanding”* and *“depict, reflect and evaluate informational content”*, as well as of four different successive competence levels.

After constructing the normative competence model, an empirical verification is done at the end of higher secondary education in the federal state of Baden-Württemberg with the help of an online-questionnaire. Additionally, some research questions like the previous use of satellite images in school or at home are asked and answered. Furthermore, correlations between the frequency of previous use of satellite images and their reading literacy are analysed, as well as differences between male and female students regarding satellite image use and abilities to interpret them. The statistical analysis of the competency modelling is conducted with the probabilistic item-response-theory. The answers of the research questions are generated with the classical test theory.

The theory-based two-dimensional model of satellite image reading literacy can be validated by the quantitative online-survey of 758 students. The four different competence levels

of these dimensions could not be clearly verified empirically. Therefore the graduation is summarized in three empirical levels. Within the first dimension *“natural and indicational image understanding”* elements can be detected and described, graduated by true and false colour satellite images. In the highest level of the first dimension, these elements can be detected and described in terms of a general orientation and in image comparisons. The lowest level in the second dimension *“depict, reflect and evaluate informational content”* contains the selection and detection of structures in true and false colour satellite images. On top of that follows the estimation of suitability of satellite images concerning their spectral resolution as well as general potentials and contrails of these images.

Satellite images are used in school by more than half (60 %) of the students asked, but rather infrequently (only 9 % use satellite images once a month or more) and mostly in the subject of geography and in an analogue form (school book, transparency etc.). The private use of Google Earth and similar virtual globes is much higher, 94 % of the respondents have used such a program. Generally speaking there is a small correlation between more frequent use of satellite images and a higher satellite image reading literacy, significantly regarding an overall frequency of use of satellite images as well as private level of use of these images and Google Earth. The boys asked occupy themselves significantly more often with satellite images than the girls. They also have a significantly higher satellite image reading literacy.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Brauchen wir eine Satellitenbild-Lesekompetenz?	1
1.2	Ziele und Aufbau der Arbeit	3

Teil I Stand der Forschung

2	Bildungsstandards und Kompetenzen in den aktuellen fachdidaktischen Diskussionen	7
2.1	Bildungsstandards und Kompetenzen in der Geographiedidaktik	8
2.2	Methodenkompetenz in der Geographiedidaktik	9
2.3	Allgemeine Medienkompetenz	11
2.4	Lesekompetenz	12
2.5	Kompetenzmodellierung	15
3	Lernen mit Bildern	18
3.1	Bildbegriffe	19
3.2	Psychologische Modelle der Bildwahrnehmung	20
3.3	Visual Literacy	23
3.4	Bilder im Unterricht	24
3.5	Lernen mit Satellitenbildern	27
4	Satellitenbilder im Unterricht	30
4.1	Didaktisches Potenzial von Satellitenbildern	31
4.2	Verbreitung von Satellitenbildern im Unterricht	33
4.3	Schwierigkeiten bei der Nutzung von Satellitenbildern	35

Teil II Entwicklung und Überprüfung eines Kompetenzstrukturmodells

5	Theoriegeleitete Entwicklung eines Kompetenzstrukturmodells der Satellitenbild-Lesekompetenz	38
5.1	Herleitung eines Kompetenzstrukturmodells	38
5.1.1	Entwicklung der Dimensionalität des Modells	39

5.1.2 Entwicklung der Stufung des Modells	44
5.2 Eingrenzung des Modells	46
6 Empirische Überprüfung des Kompetenzstrukturmodells der Satellitenbild-Lesekompetenz	48
6.1 Zielstellung und Forschungsfragen	48
6.2 Theoretische Vorüberlegungen und Forschungsdesign	51
6.3 Fragebogenentwicklung	52
6.3.1 Itementwicklung im Rahmen des Kompetenzstrukturmodells	53
6.3.2 Aufbau des Online-Fragebogens	60
6.4 Methoden der Datenauswertung	63
6.5 Vortests und Überarbeitung der Befragung	71
6.5.1 Vortest-Reihen	72
6.5.2 Pilotstudie	73
6.6 Datenerhebung der Hauptstudie	80
7 Ergebnisse der empirischen Überprüfung des Kompetenzstrukturmodells der Satellitenbild-Lesekompetenz	81
7.1 Überprüfung des Kompetenzstrukturmodells	82
7.1.1 Überprüfung der Dimensionalität	82
7.1.2 Überprüfung der Stufung des Kompetenzmodells	86
7.2 Beantwortung der Forschungsfragen	96
7.2.1 Nutzungshäufigkeiten von Satellitenbildern	96
7.2.2 Zusammenhänge zwischen bisheriger Satellitenbildnutzung und Satellitenbild-Lesekompetenz	100
7.2.3 Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen	105
7.2.4 Einfluss einer Rot-Grün-Sehschwäche	107
7.3 Diskussion der Ergebnisse	109
8 Ausblick	115
Literaturverzeichnis	120

Teil III Anhang

A Materialien der Untersuchung	141
A.1 Online-Fragebogen	141
A.2 Genehmigung durch das Kultusministerium	175
A.3 Anschreiben zur Untersuchung	177
A.4 Informationsblatt zur Untersuchung	179
B Auswertungsergebnisse der Pilotstudie	180
C Auswertungsergebnisse der Hauptstudie	183

Abbildungsverzeichnis

1.1	Studiendesign zur empirischen Überprüfung eines theoriegeleiteten Kompetenzstrukturmodells der Satellitenbild-Lesekompetenz	4
2.1	Die geographische Gesamtkompetenz, bestehend aus sechs zusammenhängenden Kompetenzbereichen, eingebettet in eine schulische Gesamtkompetenz	9
2.2	Aspekte und Dimensionen der Lesekompetenz nach PISA	14
3.1	Phasen des Bildverstehens	22
3.2	Interpretationsschema zur Deutung von Kunstwerken	26
5.1	Dimensionen des Kompetenzstrukturmodells der Satellitenbild-Lesekompetenz	43
6.1	Beispielitems der empirischen Untersuchung des Satellitenbild-Lesekompetenzmodells aus Dimension 1/ Stufe 1	55
6.2	Beispielitem der empirischen Untersuchung des Satellitenbild-Lesekompetenzmodells aus Dimension 1/ Stufe 3	56
6.3	Beispielitem der empirischen Untersuchung des Satellitenbild-Lesekompetenzmodells aus Dimension 1/ Stufe 4	57
6.4	Beispielitem der empirischen Untersuchung des Satellitenbild-Lesekompetenzmodells aus Dimension 2/ Stufe 2	58
6.5	Beispielitem der empirischen Untersuchung des Satellitenbild-Lesekompetenzmodells aus Dimension 2/ Stufe 3	59
6.6	Beispielitems der empirischen Untersuchung des Satellitenbild-Lesekompetenzmodells aus Dimension 2/ Stufe 4	60
6.7	Begrüßungsseite des Online-Fragebogens der empirischen Untersuchung der Satellitenbild-Lesekompetenz	62
6.8	Item-Charakteristiken idealer Items	65
6.9	Unterteilung der kontinuierlichen Kompetenzskala in distinkte Kompetenzstufen	68
6.10	Histogramm der ersten Kompetenzdimension „ <i>Natürliches und indikatorisches Bildverstehen</i> “ des Satellitenbild-Lesekompetenzmodells	69
6.11	Histogramm der zweiten Kompetenzdimension „ <i>Darstellen und Beurteilen des Aussagewertes</i> “ des Satellitenbild-Lesekompetenzmodells	70

6.12	Erste Skalierung der Personen und Items der Pilotstudie zur empirischen Überprüfung der Satellitenbild-Lesekompetenz (n = 102)	76
6.13	Zweidimensionale Skalierung der Personen und Items der Pilotstudie zur empirischen Überprüfung der Satellitenbild-Lesekompetenz nach allen Änderungen (4. Skalierung, n = 102)	77
7.1	Eindimensionale Personen-Item-Karte der Hauptuntersuchung (1. Skalierung) zur empirischen Überprüfung der Satellitenbild-Lesekompetenz (n = 758)	84
7.2	Zweidimensionale Verteilung der Personen und Items nach der 2. Skalierung zur empirischen Überprüfung der Satellitenbild-Lesekompetenz (n = 758) ...	85
7.3	Theoretische und empirische Stufung der ersten Fähigkeitsdimension „ <i>Natürliches und indikatorisches Bildverstehen</i> “ der Satellitenbild-Lesekompetenz	86
7.4	Items 8-11 bezogen auf ein Echtfarben-Satellitenbild Kairos aus Dimension 1/ Stufe 1 der empirischen Untersuchung der Satellitenbild-Lesekompetenz .	88
7.5	Theoretische und empirische Stufung der zweiten Fähigkeitsdimension „ <i>Darstellen und Beurteilen des Aussagewertes</i> “ der Satellitenbild-Lesekompetenz	91
7.6	Die Items 35, 36 und 37 mit einem Echtfarben-Satellitenbild von Teneriffa als Aufgabenstamm aus Dimension 2/ Stufe 1 der empirischen Untersuchung der Satellitenbild-Lesekompetenz	94
7.7	Häufigkeiten der Nutzung von Satellitenbildern (n = 750)	97
7.8	Häufigkeit von Fächer und Formen der Satellitenbildnutzung in der Schule ..	98
7.9	Lage und Streuung der Fähigkeiten in Abhängigkeit der bisherigen Satellitenbildnutzung in der Schule	102
7.10	Lage und Streuung der Fähigkeiten in Abhängigkeit der privaten Satellitenbildnutzung	102
7.11	Lage und Streuung der Fähigkeiten in Abhängigkeit der Nutzung von virtuellen Globen	103
7.12	Lage und Streuung der Fähigkeitsmittelwerte in Abhängigkeit der gesamten bisherigen Satellitenbildnutzung	104
7.13	Bisherige Nutzung von Satellitenbildern in Abhängigkeit des Geschlechts ...	106
7.14	Lage und Streuung der Fähigkeiten in Abhängigkeit des Geschlechts	107
7.15	Ishihara-Farbtafel zur Erkennung einer Rot-Grün-Sehschwäche	108
7.16	Lage und Streuung der Fähigkeiten bei unterschiedlicher „Rot-Grün-Sehschwäche“	109

Tabellenverzeichnis

2.1	Die Fülle der geographischen Methodenkompetenz	10
2.2	Kompetenzmodell der Lesekompetenz nach PISA	15
3.1	Schritte bei der visuellen Analyse von Satellitenbildern	28
4.1	Die unterschiedliche Einbindung von Satellitenbildern in die Bildungspläne am Beispiel von Baden-Württemberg	34
5.1	Grundlagen für ein Kompetenzstrukturmodell der Satellitenbild- Lesekompetenz	40
5.2	Das theoriegeleitete Kompetenzstrukturmodell der Satellitenbild- Lesekompetenz	45
6.1	Aufteilung der Items im Rahmen der empirischen Validierung des Kompetenzstrukturmodells der Satellitenbild-Lesekompetenz	53
6.2	Übersicht über die verschiedenen Vortests zur empirischen Überprüfung der Satellitenbild-Lesekompetenz	72
6.3	Lösungshäufigkeiten und Trennschärfen der Items der Pilotstudie zur Überprüfung der Satellitenbild-Lesekompetenz	74
6.4	Statistische Kennwerte der verschiedenen Rasch-Skalierungen der Pilotstudie zur empirischen Überprüfung der Satellitenbild-Lesekompetenz ..	75
6.5	Ausgeschlossene Items mit Underfit der Pilotstudie	75
6.6	Itemkarte aller Items der empirischen Überprüfung der Satellitenbild- Lesekompetenz	79
7.1	Altersstruktur und Geschlecht der teilnehmenden Schüler der Hauptstudie (n = 754)	81
7.2	Lösungshäufigkeiten und Trennschärfen der Items der Hauptstudie	82
7.3	Statistische Kennwerte der beiden Rasch-Skalierungen der Hauptstudie zur empirischen Überprüfung der Satellitenbild-Lesekompetenz	83
7.4	Übersicht der theoretischen und empirischen Schwierigkeit der Items der ersten Dimension „ <i>Natürliches und indikatorisches Bildverstehen</i> “ der Satellitenbild-Lesekompetenz	87

7.5	Übersicht der theoretischen und empirischen Schwierigkeit der Items der zweiten Dimension „ <i>Darstellen und Beurteilen des Aussagewertes</i> “ der Satellitenbild-Lesekompetenz	92
7.6	Häufigkeiten der bisherigen Nutzung von Satellitenbildern	98
7.7	Mittelwerte der Fähigkeiten in Abhängigkeit der bisherigen Nutzung von Satellitenbildern	101
7.8	Statistische Kennwerte der Kompetenzdimensionen in Abhängigkeit der bisherigen Satellitenbildnutzung	104
7.9	Mittelwerte der Fähigkeiten in Abhängigkeit des Geschlechts	106
7.10	Mittelwerte der Fähigkeiten in Abhängigkeit einer „Rot-Grün-Sehschwäche“ ..	108
7.11	Statistische Kennwerte der Kompetenzdimensionen in Abhängigkeit einer „Rot-Grün-Sehschwäche“	109
7.12	Überarbeitetes Kompetenzstrukturmodell der Satellitenbild-Lesekompetenz auf Grundlage der empirischen Ergebnisse	111

Einleitung

„Nach acht Flugtagen im Weltraum erkannte ich, dass der Mensch die Höhe vor allem braucht, um die Erde, die so vieles durchlitten hat, besser zu verstehen und manches zu erkennen, was aus der Nähe nicht wahrgenommen werden kann. Nicht allein, um von ihrer Schönheit in Bann geschlagen zu werden, sondern auch um zu einem Verantwortungsgefühl dafür zu kommen, dass durch nichts, was wir tun, die Natur auch nur im geringsten Maße Schaden leiden darf.“ Phạm Tuân, Kosmonaut (1980)

Nur wenige Menschen können die Erde aus der Sicht eines Kosmonauten oder Astronauten mit eigenen Augen wahrnehmen, auch wenn es in naher Zukunft einigen (sehr reichen) Menschen möglich sein sollte, als Weltraumtouristen die selben Eindrücke zu erleben. Für die Mehrheit können jedoch Filme, Photographien oder Satellitenbilder diese faszinierende Perspektive aus dem All fast ebenso eindrücklich vermitteln. Diese Bilder „von oben“ bieten uns überwältigende Ein- und Ausblicke, Übersichten sowie Detailaufnahmen jedes gewünschten Formates. Außerdem können globale Probleme der Erde (z. B. großflächige Waldzerstörungen, Gletscherschwund an den Polen etc.) sichtbar und Emotionen oder Betroffenheit über beweisbar gewordene Veränderungen entwickelt oder ausgelöst werden. Solche Satellitenbilder als bildhafter Ausdruck der Fernerkundung können durch ihre ungewohnte Perspektive besonders bei Schülerinnen und Schülern¹ Interesse auslösen und sie zum Nach- und Weiterdenken ermuntern.

1.1 Brauchen wir eine Satellitenbild-Lesekompetenz?

„Über eine umfangreiche Geomedienkompetenz zu verfügen, ist eine wesentliche Voraussetzung, um ein aktiver Bestandteil der Wissensgesellschaft zu werden.“ (Klein 2007: 210).

Eine solche Geomedienkompetenz beinhaltet ebenfalls einen kompetenten Umgang mit dem Medium Satellitenbild, das immer häufiger ein alltäglicher und teilweise schulischer Begleiter der heutigen Schülergeneration wird (Kollar & Siegmund 2011, Siegmund 2010, Voß et al. 2009). Auch zukünftige Berufsperspektiven im Zeitalter der „*spatial citizenships*“ (Jekel et al. 2010) erfordern Kompetenzen in der Anwendung moderner Geomedien und

¹ Zur besseren Lesbarkeit wird im Folgenden nur die männliche Form verwendet, wobei beide Geschlechter damit gleichermaßen gemeint sind.

(insbesondere) digitaler Rauminformationen. Die Kompetenz, Satellitenbilder analysieren zu können, nimmt für die jetzigen Schüler und zukünftigen mündigen Bürger, für Konsumenten und Arbeitnehmer, für alle Teilnehmer der Wissensgesellschaft stark an Bedeutung zu.

Schon heute begegnen uns täglich unterschiedliche Darstellungen von Satellitenaufnahmen – sei es in Wettervorhersagen, als Kartengrundlage in Navigationsgeräten, in virtuellen Globen wie Google Earth oder bei der Lokalisierung weltweiter Nachrichten. Daher ist es im Sinne eines Alltagsbezugs auch für Schüler wichtig, sich mit diesen „neuen“ Visualisierungsformen auseinanderzusetzen und sie interpretieren zu können. Im Hinblick auf den (Geographie-)Unterricht stellen Satellitenbilder unter der Prämisse des Aktualitätsprinzips und als zentrale Arbeitsmittel und Medien der geographischen Fachwissenschaft zudem wichtige Werkzeuge für eine zeitgemäße und zukunftsgerichtete Lehre dar. Wie eingangs gefordert, gehört ein kompetenter Umgang mit Satellitenbildern überdies zu einer elementaren Geomedienkompetenz.

Schoppe (2011) fordert eine generelle schulische *„Intensivierung der Bildwahrnehmung. Die hieraus entstehenden Sicherheiten im Umgang mit den zentralen Charakteristika von Bildern stellt eine künftige Kernkompetenz dar, die es im schulischen Unterricht ganz verschiedener Fächer zu entwickeln gilt.“* (Schoppe 2011: 13). Diese visuelle Kompetenz wird im Zeitalter zunehmender Präsenz von Bildern unterschiedlicher Art und einer oft kaum ausgeprägten Ausdrucks- und Rezeptionskompetenz vielfältigster Bilder immer wichtiger (Höpel 2008, Lieber 2008, Weidenmann 1988, Zehetmair 2010).

Die Beschäftigung mit Satellitenbildern und ihre Auswertungskompetenz im Sinne einer hier entwickelten Satellitenbild-Lesekompetenz kann als Teil einer zu entwickelnden visuellen Kompetenz oder *„visual literacy“* verstanden werden. Damit ist die Kompetenz, Satellitenbilder analysieren und interpretieren zu können, in zweifacher Hinsicht von kontinuierlich wachsender Bedeutung: Zum einen in Hinblick auf eine zu fördernde umfangreiche Geomedienkompetenz und zum anderen als Teil einer visuellen Bildkompetenz.

Während Hemmer et al. (2010) ein Kompetenzmodell zur Kartenauswertung, Meyer & Felzmann (2010) zur ethischen Urteilskompetenz, Rempfler & Uphues (2010) und Viehrig et al. (2011) zur geographischen Systemkompetenz, Jahnke (2011) zur geographischen Bildlesekompetenz und Volz et al. (2010) ein GIS-Kompetenzmodell entwickeln, fehlt zur differenzierten Ausgestaltung der Bildungsstandards der Deutschen Gesellschaft der Geographie (Deutsche Gesellschaft für Geographie 2008) ein Kompetenzstrukturmodell zur Analyse von Satellitenbildern (Kollar & Siegmund 2012, vgl. auch GuiD 3/2010, Hüttermann et al. 2012). Die Relevanz eines solchen Modells wurde bereits in den oberen Absätzen angesprochen, eine theoriegeleitete Entwicklung und empirische Überprüfung ist daher Ziel dieser Arbeit. Dazu wird ein Kompetenzstrukturmodell der Satellitenbild-Lesekompetenz für das Ende der Sekundarstufe I theoretisch abgeleitet und empirisch abgesichert. Theoretische Grundlage für das Modell bilden unterschiedliche Forschungsergebnisse zu Bildungsstandards und Kompetenzentwicklungen, zum Lernen mit Bildern sowie zu Erkenntnissen über Satellitenbilder im (Geographie-)Unterricht (vgl. auch Abb. 1.1). Die empirische Überprüfung erfolgt auf Grundlage einer quantitativen Befragung von Schülern der 10. Klassen an

Gymnasien in Baden-Württemberg über das Internet, die Auswertung dieser mithilfe der probabilistischen Item-Response-Theorie.

Gegenstand der Arbeit sind des weiteren zentrale soziodemographische und vorwissensgerichtete Forschungsfragen, die die empirische Überprüfung des Kompetenzstrukturmodells flankieren, um fördernde bzw. hemmende Faktoren zu identifizieren. Neben der Erfassung der Kompetenz, Satellitenbilder hinsichtlich bestimmter Kriterien analysieren zu können, bezieht sich eine Fragestellung auf die Feststellung der bisherigen Beschäftigung mit Satellitenbildern. Untersucht wird die Häufigkeit der Beschäftigung mit Satellitenbildern im schulischen wie im außerschulischen, d. h. privaten Kontext. Außerdem wird der Frage nachgegangen, ob es einen Zusammenhang zwischen einer Satellitenbild-Lesekompetenz und der bisherigen Beschäftigung mit solchen Bildern gibt. Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen werden in zweierlei Hinsicht betrachtet, zum einen hinsichtlich der bisherigen Nutzung von Satellitenbildern und zum anderen in Bezug auf die Fähigkeiten, Satellitenbilder lesen zu können (vgl. Kapitel 6.1).

1.2 Ziele und Aufbau der Arbeit

Die Entwicklung und empirische Erprobung von Kompetenzstrukturmodellen steht in der Geographiedidaktik erst am Anfang (Hartig & Klieme 2006, Hemmer & Hemmer 2007, Meyer et al. 2011). Die hier vorliegende theoriebasierte Entwicklung und empirische Überprüfung einer Satellitenbild-Lesekompetenz möchte hierzu einen Beitrag leisten. Das Modell der Satellitenbild-Lesekompetenz kann dabei in die Kompetenzbereiche „*Erkenntnisgewinnung/Methoden*“ sowie „*Beurteilung/Bewertung*“ der Deutschen Gesellschaft für Geographie eingeordnet werden (Deutsche Gesellschaft für Geographie 2008).

Theoretische Basis des Kompetenzstrukturmodells bilden verschiedene Forschungen in den Bereichen Bildungsstandards und Kompetenzen, Lernen mit Bildern sowie zu Satellitenbildern im Unterricht. Dieser Bereich, in Abbildung 1.1 als unterster Block dargestellt, wird in Teil I der Arbeit genauer erläutert. Kapitel 2 zeigt den aktuellen Stand der Forschungen zu Bildungsstandards in der Geographie sowie zu Kompetenzen wie der Methoden- und Medienkompetenz der Geographiedidaktik, aber auch der Lesekompetenz nach PISA (Programme for International Student Assessment der OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development)). Ausführungen zur Modellierung von Kompetenzen wie die Erstellung von Kompetenzstruktur- oder -stufenmodellen schließen das Kapitel ab (vgl. Abb. 1.1).

Das Kapitel 3 geht auf den theoretischen wie empirischen Stand des Lernens mit Bildern ein, indem zuerst versucht wird, den Bildbegriff näher zu bestimmen. Wichtige Grundlage des theoriebasierten Modells der Satellitenbild-Lesekompetenz sind das hier vorgestellte psychologische Modell der Bildwahrnehmung von Weidenmann und das Interpretationsschema zur Deutung von Kunstwerken von Panofsky (Weidenmann 1988, Panofsky 1979). Weiterhin wird in Kapitel 3 der Begriff der „*visual literacy*“ für die Entwicklung des Kompetenzstrukturmodells umrissen, Lernen mit Bildern allgemein im Unterricht beschrieben sowie auf die Besonderheiten des Lernens mit Satellitenbildern eingegangen.

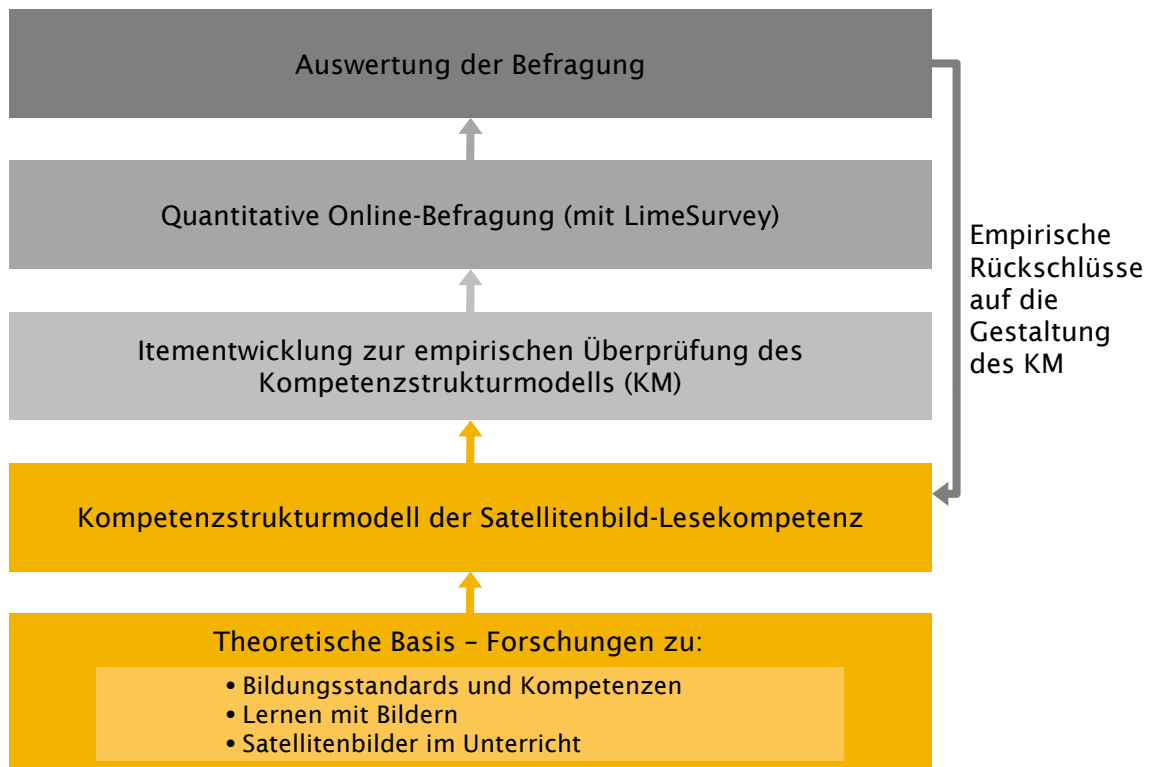


Abb. 1.1: Studiendesign zur empirischen Überprüfung eines theoriegeleiteten Kompetenzstrukturmodells der Satellitenbild-Lesekompetenz

Das große didaktische Potenzial der „Weltraumbilder“ leitet das Kapitel 4 zu Satellitenbildern im Unterricht ein. In einem weiteren Teilkapitel wird die bisherige Verbreitung dieser Bilder im Geographieunterricht beschrieben, während Erläuterungen zu Schwierigkeiten bei der Nutzung von Satellitenbildern in der Schule das Kapitel und den Stand der Forschung abschließen.

Aufbauend auf den Erkenntnissen, die in Teil I beschrieben werden, wird in Teil II das Kompetenzstrukturmodell der Satellitenbild-Lesekompetenz entwickelt und einer empirischen Prüfung unterzogen. In Kapitel 5 wird das Kompetenzstrukturmodell der Satellitenbild-Lesekompetenz theoriegeleitet aufgestellt. Das Kompetenzmodell ist in die beiden Dimensionen „*Natürliches und indikatorisches Bildverstehen*“ sowie „*Darstellen und Beurteilen des Aussagewertes*“ und jeweils vier Schwierigkeitsstufen aufgeteilt. Nach der Herleitung und Erstellung des Kompetenzmodells wird außerdem eine Eingrenzung des Modells vorgenommen.

Durch die empirische Überprüfung des Kompetenzstrukturmodells der Satellitenbild-Lesekompetenz wird die theoretische Ebene verlassen. Nach der Darstellung der Ziele und der Forschungsfragen sowie theoretischer Vorüberlegungen wird in Kapitel 6 auf die konkrete empirische Überprüfung des Modells eingegangen. Dazu zählt in erster Linie die Fragebogen- und Aufgabenerstellung bzw. Itementwicklung, d. h. die empirische Übersetzung des theoretischen Modells (vgl. auch hellgrauer Balken in Abb. 1.1). Daran schließen sich Ausführungen zu den eingesetzten Methoden der Datenanalyse, Vortests, die Überarbeitung der

Befragung sowie Erläuterungen zur Datenerhebung der Hauptstudie, einer quantitativen Online-Befragung mit der Software LimeSurvey (vgl. zweiter grauer Balken in Abb. 1.1) an.

Das Kapitel 7 stellt die Ergebnisse der Auswertung der Befragung dar. Zunächst wird das theoriebasierte Kompetenzstrukturmodell der Satellitenbild-Lesekompetenz mit den empirischen Ergebnissen mithilfe der probabilistischen Testtheorie verglichen und die theoretische Dimensionalität sowie Stufung empirisch überprüft. Damit lassen sich empirische Rückschlüsse auf die Gestaltung des Kompetenzstrukturmodells ziehen (vgl. Abb. 1.1). Anschließend werden die in Kapitel 6.1 gestellten Forschungsfragen beispielsweise nach der Nutzungshäufigkeit von Satellitenbildern im Unterricht oder die Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen in ihrer Satellitenbild-Lesekompetenz beantwortet. Eine Diskussion der Ergebnisse schließt das Kapitel ab. Das letzte Kapitel geht in einem Ausblick auf die Erkenntnisse und die pädagogische Relevanz der vorliegenden Arbeit sowie weiteren Forschungsbedarf in diesem Teilbereich der Geographiedidaktik ein.

Stand der Forschung

Bildungsstandards und Kompetenzen in den aktuellen fachdidaktischen Diskussionen

„Die Wissensgesellschaft ist eine Kompetenzgesellschaft.“ (Erpenbeck & von Rosenstiel 2003: xi).

Dieser Sachverhalt wird seit TIMSS (Third International Mathematics and Science Study der IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement)) und PISA in Deutschland oft betont. Das mittlere Abschneiden deutscher Schüler bei internationalen vergleichenden Schulstudien und die dabei gemessenen enormen Disparitäten innerhalb Deutschlands zwischen Regionen, sozialen Schichten sowie Schülern unterschiedlicher Herkunft ließen die Bildungspolitiker und Akteure aufhorchen. International wie in Deutschland vollzog sich, angeregt durch diese Vergleichsstudien, ein Wandel weg von einer Input-Orientierung des Bildungssystems hin zu einer Output-Orientierung, oft auch als Paradigmenwechsel bezeichnet. Die Schulentwicklungen sollen sich nun an den Zielvorstellungen, die potenziell erreicht werden bzw. an anzustrebenden Lernergebnissen der Schüler orientieren (Deutsche Gesellschaft für Geographie 2008, Hemmer 2008, Klieme 2004, 2007, Oelkers & Reusser 2008, Ossner 2006, Ziener 2006).

Mit diesem Wandel kamen neue Begrifflichkeiten und Konzepte wie Bildungsstandards und Kompetenzorientierung in die bildungspolitische Diskussion. Bildungsstandards sollen nun als zentrales Element der neuen Bildungspolitik zur Qualitätssicherung und -steigerung schulischer Arbeit dienen. Dabei orientieren sich diese an allgemeinen gesellschaftlich vorgegebenen Bildungszielen, die aus historischen Kontexten und nationalen Traditionen entstanden (Klieme 2004, 2007, Oelkers & Reusser 2008, Ziener 2006).

Zunächst formulieren Bildungsstandards verbindliche Anforderungen an das Lehren und Lernen in der Schule und benennen Ziele der pädagogischen Arbeit. Diese Ziele bzw. Anforderungen werden ausgedrückt in gewünschten Lernerfolgen der Schüler (Klieme 2007, Ringel 2005). Als weitere Funktion sollen Bildungsstandards Lernergebnisse erfassen und bewerten können, um Bildungsmonitorings, Schulevaluationen oder Individualdiagnostik durchzuführen. Für eine solche Erfassung werden Bildungsstandards in Form von Kompetenzen bzw. Kompetenzanforderungen konkretisiert und theoretisch fundiert. Bildungsstandards vermitteln damit zwischen den allgemeinen übergeordneten Bildungszielen auf der einen und konkreten verbindlichen Kompetenzanforderungen auf der anderen Seite. Sie legen fest, welche Kompetenzen vermittelt werden müssen und bis zu einer bestimmten Jahrgangsstufen von den Schülern erreicht werden sollen (Klieme 2007).

Der Begriff der Kompetenz ist jedoch durch seinen unterschiedlichen Gebrauch auch im Alltag relativ unscharf und vielfältig besetzt (Erpenbeck & von Rosenstiel 2003, Gnahs 2007, Hartig 2009, Hoffmann 2001, Klieme & Leutner 2006, Klieme 2007, Oelkers & Reusser 2008, Ringel 2005, Rost 2006). Für Erpenbeck & von Rosenstiel (2003) sind Kompetenzen beispielsweise „*Selbstorganisationsdispositionen*“ (S. xi), die laut Ringel (2005) und Rost (2006) immer Wissen, Verstehen, Fähigkeiten, Können, Erfahrung, Handeln und Motivation umfassen. Gnahs (2007) definiert Kompetenz als „*Fähigkeit zur erfolgreichen Bewältigung komplexer Anforderungen in spezifischen Situationen*“ (S. 22). Im juristischen oder organisatorischen Sinne kann Kompetenz auch „*Zuständigkeit*“ bedeuten, für die Bildungsforschung interessant ist jedoch die Bedeutung von Kompetenz als „*Fähigkeit*“ (Hartig 2009: 15). Im Lateinischen bedeutet „*competentia*“ Zusammentreffen, „*competens*“ angemessen (Gnahs 2007, Erpenbeck & von Rosenstiel 2003).

In der psychologischen und pädagogischen Forschung hat sich die Kompetenzdefinition von Weinert (2001) als maßgebend herausgestellt. Hierbei wird Kompetenz definiert als „*die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können.*“ (Weinert 2001: 27/28). Bei der Operationalisierung von Kompetenz für empirische Untersuchungen stehen jedoch meist fachbezogene, kognitive Merkmale im Vordergrund, motivationale, handlungsbezogene und soziale Faktoren werden i.d.R. wegen schwieriger empirischer Überprüfbarkeit außen vor gelassen (Hartig 2009, Jude et al. 2009, Klieme 2004, 2007).

In Abgrenzung zu Begriffen wie Intelligenz und Qualifikationen sind Kompetenzen als komplexe, kontextspezifische, erlernbare und vermittelbare Leistungsdispositionen angelegt, die nur in ihrer Performanz, also Anwendung in konkreten Anforderungsbereichen erschließbar werden (Erpenbeck & von Rosenstiel 2003, Hartig 2009, Klieme & Leutner 2006, Ossner 2006, Schecker & Parchmann 2006).

2.1 Bildungsstandards und Kompetenzen in der Geographiedidaktik

Auch in der Geographiedidaktik sind nationale Bildungsstandards und die Entwicklung von Kompetenzmodellen in der aktuellen Fachdiskussion. Die Deutsche Gesellschaft für Geographie (DGfG) unterscheidet sechs Kompetenzbereiche, die nicht unabhängig voneinander, sondern in enger Wechselwirkung zueinander stehen und gemeinsam eine „*geographische Gesamtkompetenz*“ bilden. Die sechs Kompetenzbereiche „*Fachwissen*“, „*räumliche Orientierung*“, „*Erkenntnisgewinnung/Methoden*“, „*Kommunikation*“, „*Beurteilung/Bewertung*“ und „*Handlung*“ ergeben erst in einer gegenseitigen Verflechtung die angestrebte geographische Gesamtkompetenz, die in eine verantwortungsvolle raumbezogene Handlungskompetenz münden soll (Deutsche Gesellschaft für Geographie 2008, Hemmer & Hemmer 2007, Hoffmann 2009a). Diese ist wiederum wesentlicher Teil der Allgemeinbildung, die im Laufe der schulischen Ausbildung erreicht werden soll und ein kompetentes Verhalten der Schü-

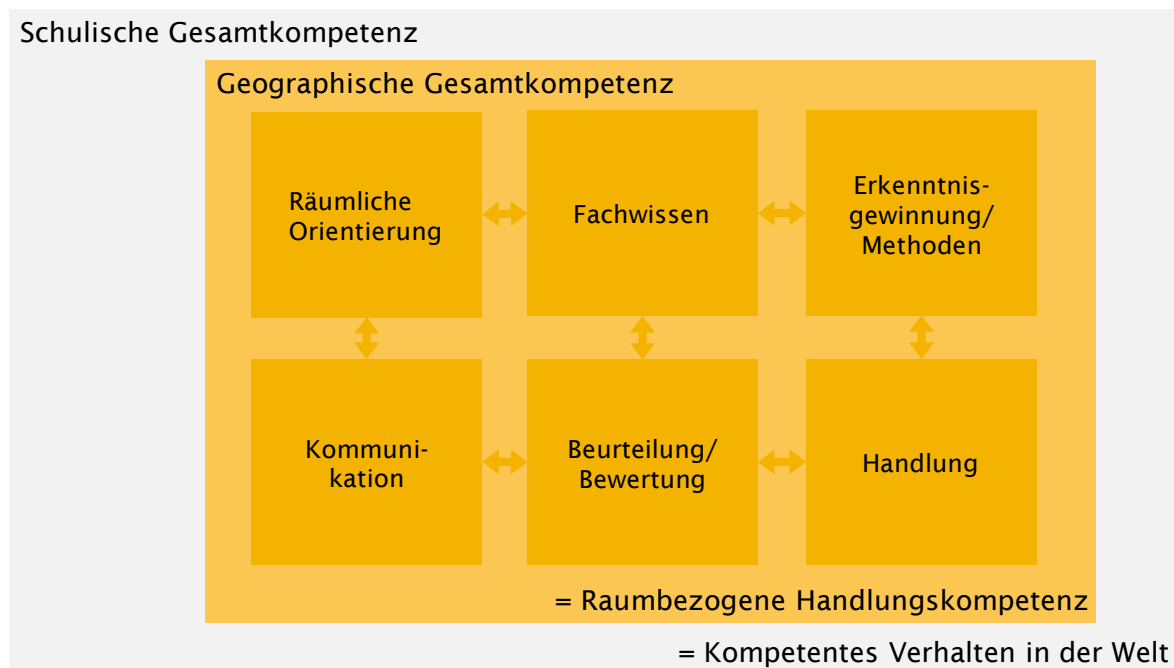


Abb. 2.1: Die geographische Gesamtkompetenz, bestehend aus sechs zusammenhängenden Kompetenzbereichen, eingebettet in eine schulische Gesamtkompetenz (Quelle: eigene Darstellung, verändert nach Deutsche Gesellschaft für Geographie 2008)

ler in der Welt zum Ziel hat (vgl. Abb. 2.1) (Deutsche Gesellschaft für Geographie 2008). Der geographische Beitrag zur „*education for life on earth*“ (Porrit 1988: 1, zitiert in Köck 1993) besteht unter anderem in einer aktiven Auseinandersetzung mit den natürlichen wie anthropogenen Wechselbeziehungen in unterschiedlichen Räumen, um ein „*mehrperspektivisches, systemisches und problemlösendes Denken zu fördern*“ (Deutsche Gesellschaft für Geographie 2008: 6).

Im Moment werden innerhalb der Fachdidaktiken für die einzelnen Kompetenzbereiche verschiedene normative Kompetenzstrukturmodelle entwickelt und in einem zweiten Schritt empirisch validiert. Die in dieser Arbeit durchgeführte theoriebasierte Entwicklung und empirische Validierung eines Kompetenzstrukturmodells zur Satellitenbild-Lesekompetenz ist in den Kompetenzbereich der „*Erkenntnisgewinnung/Methoden*“ einzuordnen, wobei auch Anteile aus dem Bereich der „*Beurteilung/Bewertung*“, namentlich die Medienkompetenz eine wichtige Rolle spielen.

2.2 Methodenkompetenz in der Geographiedidaktik

Im Sinne einer Methodenkompetenz geht es in der Geographiedidaktik darum, die „*heutige Schülergeneration kognitiv, mental, affektiv, instrumentell und methodisch zu befähigen, lokale wie globale Probleme zu identifizieren*“ (Hoffmann 2004: 17).

In einer modernen Wissensgesellschaft, die zunehmend durch Informationsüberfluss, einer Verkürzung der „Halbwertszeit“ des Wissens und ungewissen beruflichen Aussichten geprägt

ist, geht es heute in der gesamten schulischen Ausbildung sowie im lebenslangen Lernen mehr und mehr darum, über methodische Kompetenzen zur Aneignung kognitiven Wissens und zum Umgang mit den zahlreichen verfügbaren Informationsquellen zu verfügen (Falk 2003, Haubrich 2002, Hemmer 2008, Wagner 2000).

Methodenkompetenz umfasst zunächst die gezielte Beschaffung von Informationen aus verschiedenen zur Verfügung stehenden Quellen und Informationsformen (vgl. Tab. 2.1). Daran schließt sich die Fähigkeit und Fertigkeit an, diese Informationsquellen zielgerichtet und reflektiert für sich nutzen und die gewünschten Informationen extrahieren zu können. Nach der Gewinnung von Informationen müssen diese interpretiert, verarbeitet und dokumentiert werden, indem sie beispielsweise strukturiert und mit anderen Informationen verknüpft werden. Anschließend kommen die gewonnenen Informationen in Präsentationen oder anderen Darstellungsformen zur Anwendung. Quellenkritische Bewertungen der Informationen gehören zu einem reflektierten Umgang und damit zu einer entwickelten Methodenkompetenz (Deutsche Gesellschaft für Geographie 2002, 2008, Falk 2003, Flath & Krause 1996, Haubrich 1998, 2001, 2002, Hoffmann 2004, Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg 2004a, Schallhorn 2004).

Die geographische Methodenkompetenz umfasst ...	
... die folgenden Schritte:	... eine Vielzahl an Quellen, Informationsformen und Arbeitsmethoden:
* Beschaffung von Informationen	* Verbale Informationsformen: Vortrag, Präsentation, Audiospuren etc.
* Zielorientierte Verarbeitung der Quellen zur Informationsgewinnung	* Bildhafte Informationsformen: Bilder, Fotos, terrestrische Aufnahmen, Luft- und Satellitenbilder, Filme
* Auswertung/ Interpretation der Informationen	* Quantitative Informationsformen: Texte, Tabellen, Statistiken etc.
* Darstellung, Anwendung, Präsentation, Dokumentation	* Symbolische Informationsformen: Diagramme, Karten, Graphiken, Profile, Ablaufschemata, Modelle, Experimente, Geländebegehungen etc.
* Reflektierte Bewertung der Information/ Informationsquelle	* Moderne technikgestützte Informationsformen: Internet, Multimedia etc.

Tab. 2.1: Die Fülle der geographischen Methodenkompetenz (Quelle: eigene Zusammenstellung auf Grundlage von Deutsche Gesellschaft für Geographie 2002, 2008, Falk 2003, Flath & Krause 1996, Hassenpflug 1999, Haubrich 1998, 2001, 2002, Hoffmann 2004, Kultusministerkonferenz 2005, Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg 2004a, Schallhorn & Czapek 2002, Schallhorn 2004)

Das Fach Geographie leistet durch seinen potenziell methodenintensiven Unterricht einen wichtigen Beitrag zum Aufbau einer umfassenden Methodenkompetenz und fördert zudem die Erkenntnisgewinnung hinsichtlich geographisch relevanter (Raum-) Informationen. Außerdem werden wichtige fachspezifische geographische Arbeitsmethoden angewendet.

Beispielsweise sind das die Arbeit mit Kartenmaterial und Altanten, Klimadiagrammen, Höhenprofilen, die Auswertung von Luft- und Satellitenbildern oder originale Begegnungen vor Ort (Deutsche Gesellschaft für Geographie 2008, Hassenpflug 1999, Haubrich 2001, Hoffmann 2004, Kultusministerkonferenz 2005, Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg 2004a, Reif 2001, Schallhorn & Czapek 2002).

2.3 Allgemeine Medienkompetenz

„Der Erwerb von Medienkompetenz im Sinne einer inhaltlichen Selektions- und Beurteilungskompetenz ist eine wichtige Voraussetzung für ein Studium, das spätere Berufsleben und insgesamt für die Befähigung zu einem erfolgreichen lebenslangen Lernen“ (Koch & Neckel 2001: 42).

Der kompetente Umgang mit unterschiedlichen Medien ist in der heutigen Informations- und Mediengesellschaft von großer Bedeutung. Medienkompetenz sollte *„integraler Bestandteil der Allgemeinbildung“* sein (Wagner 2000: 75, Hendricks & Schulz-Zander 2000, Warkus 2000). Das Fach Geographie kann durch seinen vielfältigen Einsatz von traditionellen und neuen Informations- und Kommunikationstechnologien einen wichtigen Beitrag zur allgemeinen Medienerziehung und zum Aufbau einer Medienkompetenz und Medienkritik leisten (Deutsche Gesellschaft für Geographie 2002, Meeh 2005, Roseeu 2000, Siegmund 2002).

Medienkompetenz in diesem Sinne beinhaltet die Analyse- und Kritikfähigkeit in Bezug auf unterschiedliche Medien. Zudem die Fähigkeit, die aus unterschiedlichen Quellen/Medien gewonnenen (geographisch) relevanten Informationen bezüglich ihrer fachlichen Bedeutung und ihres Erklärungswertes beschreiben, auswerten sowie *„geographisch/geowissenschaftlich relevante Informationen aus Medien kriteriengestützt [...] beurteilen“* zu können (Deutsche Gesellschaft für Geographie 2008: 24f, Hemmer & Hemmer 2007, Maier 1998, Wagner 2000).

Maier (1998) und Warkus (2000) teilen die komplexe Qualifikation der Medien- bzw. mediendidaktischen Kompetenz in unterschiedliche Inhaltsbereiche: in die *„Fähigkeit zur technischen Kompetenz“* bzw. *„technische Befähigung“*, in eine *„semantische Kompetenz“* sowie eine *„pragmatische Kompetenz“* (Maier 1998, Warkus 2000). Die technische Kompetenz beinhaltet Wissen über Medienstrukturen und den inneren Aufbau und Funktion unterschiedlicher Medien, deren sachgerechte Handhabung und Einsicht in den Medienproduktionsprozess. Die semantische Kompetenz besteht zum einen aus *„Orientierungswissen“*, basierend auf historischen, ethischen sowie politischen Kenntnissen. Zum anderen besteht diese aus einer *„kritischen Reflexivität“* in inhaltlicher wie medientechnologischer Hinsicht. Dazu zählen die beiden Autoren das Wissen über die Gestaltung und Ausdrucksmöglichkeiten von Medien, die Erfassung ihrer Bedeutungen und neben einer kritischen Beurteilung von Quellen und Inhalten auch die Diskussion um eine ethische Wertebasis, auf deren Grundlage Inhalte bewertet werden können. Die pragmatische Kompetenz integriert die zielgerichtete Nutzung und das Wissen um die richtige Anwendung verschiedener, meist technischer Medien in den Begriff der Medienkompetenz. Der Zweck der Mediennutzung ist neben der Informationsgewinnung und -verarbeitung die soziale wie interaktive zwischenmenschliche

Kommunikation. Zum sozialen Medienhandeln, d. h. der Verwendung von Medien nach eigenen Interessen und die Kommunikation über diese, wird zudem die kreative Nutzung der (neuen) Medien gezählt (Maier 1998, Warkus 2000).

Im Hinblick auf eine umfassende Medienkompetenz in der heutigen mediengeprägten Gesellschaft sind neben traditionellen Arbeitsformen wie Schulbuch und Tafel die neuen Medien, wie Computer, Internet und Multimedia etc. von entsprechend zentraler Bedeutung. Die modernen Informations- und Kommunikationstechnologien sollten ebenso selbstverständlich in den (geographischen) Schulalltag einziehen wie einst Wandkarte und Overhead-Projektor. Der Unterricht kann dadurch bereichert, Lernziele können motivierender und eventuell schneller erreicht werden. Die Medienvielfalt kann sich vergrößern, interaktive Möglichkeiten und zeitgemäße Lernformen die Wirksamkeit des Lehrens erhöhen etc. Die Vielfalt der neuen Medien, zu denen auch Satelliten- und Luftbilder zählen, ihre Authentizität, Wirklichkeitsnähe, Aktualität und Anschaulichkeit können viele Forderungen nach einem schülernahen Unterricht erfüllen (Flath & Fuchs 2000, Hendricks & Schulz-Zander 2000, Koch & Neckel 2001, Obermann 2000, Reif 2001, Roseeu 2000, Schwarz & Asche 2006, Siegmund 2002, Tulodziecki & Herzig 2002).

2.4 Lesekompetenz

„Lesekompetenz stellt eine Voraussetzung für die Teilhabe am gesellschaftlichen und kulturellen Leben dar“ (Artelt 2005: 5).

Lesen heißt nicht nur einen Text geistig zu verarbeiten und seine Bedeutung zu verstehen, sondern wird als ein universelles Kulturwerkzeug verstanden, das eine wichtige Rolle im Leben der Menschen spielt. Es wird dabei umfassend als Grundvoraussetzung für den schulischen wie allgemein den weiteren persönlichen Erfolg verstanden und nimmt eine zentrale Rolle bei der Weiterentwicklung des Wissens und der persönlichen Fähigkeiten ein (Artelt et al. 2004, Artelt 2005, Baumert et al. 2001, Flath 2004, Groeben 2002, Hurrelmann 2003, 2008, OECD 2002, Richter & Christmann 2002, Schiefele et al. 2004, Schnotz & Dutke 2004, Schreier & Rupp 2002).

Im Rahmen der PISA-Studien stand die Evaluation der Lesekompetenz im Mittelpunkt des ersten Befragungszyklus im Jahr 2000. Ziel der bisherigen drei PISA-Studien ist neben einer optimierten internationalen Leistungsmessung der Schüler insgesamt eine Verbesserung der Bildungsqualität (OECD 2002). Für die vorliegende Arbeit wurde auf dem Konzept der Lesekompetenz von PISA aufgebaut, da es international anerkannt, intensiv wissenschaftlich erprobt und als Vorlage für weitere geographiedidaktische Kompetenzmodelle (Hemmer et al. 2010, Volz et al. 2010) herangezogen wurde. Eine Zusammenstellung weiterer internationaler Studien zum Lesen ist u.a. bei Artelt et al. (2004) zu finden.

Andere normative Konzepte der Lesekompetenz wie beispielsweise das kulturwissenschaftlich orientierte Modell der Lesesozialisationsforschung legen neben kognitiven Aspekten auch großen Wert darauf, die emotionale und motivationale Seite sowie die soziale, interaktive Dimension von Lesekompetenz im Sinne einer sinnvollen Anschlusskommunikation nach dem Leseprozess miteinzubeziehen (Flath 2004, Groeben 2002, Hurrelmann 2003, 2008).

Aufbauend auf dem theoretischen Modell der „document literacy“ von Mosenthal & Kirsch (1991) sowie Mosenthal (1996) wird Lesekompetenz innerhalb der PISA-Studien definiert als *„die Fähigkeit, geschriebene Texte zu verstehen, zu nutzen und über sie zu reflektieren, um eigene Ziele zu erreichen, das eigene Wissen und Potential weiterzuentwickeln und aktiv am gesellschaftlichen Leben teilzunehmen.“* (OECD 2002: 28, Mosenthal & Kirsch 1991, Schnotz & Dutke 2004). Lesekompetenz stellt eine Disposition dar, die Personen befähigt, unterschiedlich komplexe text- und lesebezogene Anforderungen erfolgreich zu bewältigen, und betont neben der Vielschichtigkeit des Lesevorgangs die aktive Rolle des Lesers (Artelt et al. 2004, Artelt 2005, OECD 2002).

Nach diesem Verständnis beinhaltet die Lesekompetenz Lesefertigkeiten um Informationen aus einer Vielzahl unterschiedlicher Textarten für zahlreiche Zwecke zu finden, auszuwählen und die Fähigkeit, diese zu interpretieren und (zweckorientiert) zu bewerten bzw. zu reflektieren. In PISA wird dabei zwischen vier verschiedenen Lesesituationen unterschieden (Lesen für den privaten Gebrauch, für den öffentlichen Gebrauch, für die berufliche Arbeit sowie bildungsbezogenes Lesen). Es wird darauf geachtet, dass Testaufgaben realitätsnahe Herausforderungen widerspiegeln, damit Lesekompetenz im Kontext von Alltagssituationen messbar wird (Baumert et al. 2001, OECD 2002, Schnotz & Dutke 2004).

Außerdem wird in der 2000er PISA-Studie eine große Bandbreite an Textsorten beschrieben und getestet. Neben kontinuierlichen Texten wie Erzählungen, Beschreibungen oder Anweisungen etc. werden explizit auch nicht-kontinuierliche Texte wie Bilder, Graphiken, Diagramme, Tabellen und Karten etc. integriert (Artelt et al. 2004, Baumert et al. 2001, OECD 2002). Daher ist das theoretische Konzept der PISA Lesekompetenz als Vorlage eines Modells der Satellitenbild-Lesekompetenz relevant.

Das normative Kompetenzmodell der Lesekompetenz nach PISA konzentriert sich auf Basisfähigkeiten, beinhaltet drei Dimensionen und ist untergliedert in fünf hierarchisch aufeinander aufbauende Stufen (vgl. Abb. 2.2). Die Dimension *„Informationen ermitteln“* zielt auf das Herausfiltern von einzelnen Informationen aus einer Vielzahl von Texten. Das *„Textbezogenes Interpretieren“* kann in zwei unterschiedliche Aspekte unterteilt werden: Neben der Entwicklung eines umfassenden allgemeinen Textverständnisses, in dem Hauptaussage, Zweck oder Nutzen des Textes bestimmt werden, steht die textbezogene Interpretation, die ein umfassenderes Verständnis des Textes sowie von inhaltlichen Zusammenhängen anstrebt. Die ersten beiden Dimensionen beziehen sich primär auf die Nutzung textinterner Informationen. Für die dritte Dimension *„Reflektieren und Bewerten“* soll zusätzlich externes (Vor-)Wissen herangezogen werden. Hier geht es zum einen um die Reflektion und Bewertung des Textinhaltes, indem textliche Informationen mit Kenntnissen aus anderen Quellen verglichen und bewertet werden, und zum anderen um eine Reflektion bzw. Bewertung der Textform im Sinne einer Beurteilung der Beschaffenheit und Angemessenheit des Textes (vgl. auch Abb. 2.2)(Artelt et al. 2004, 2001, OECD 2002).

Nach Analysen von Artelt & Schlagmüller (2004) können weitere Teildimensionen der Lesekompetenz für ein vertieftes konzeptuelles Verständnis statistisch untergliedert werden. Durch den globalen Anspruch der PISA-Studie, Lesekompetenz möglichst breit und anhand von alltagsrelevanten Materialien zu messen, kann die Vielzahl an Textsorten und damit die Lesekompetenz quer zu den verstehensbasierten Dimensionen in kontinuierliche und nicht-

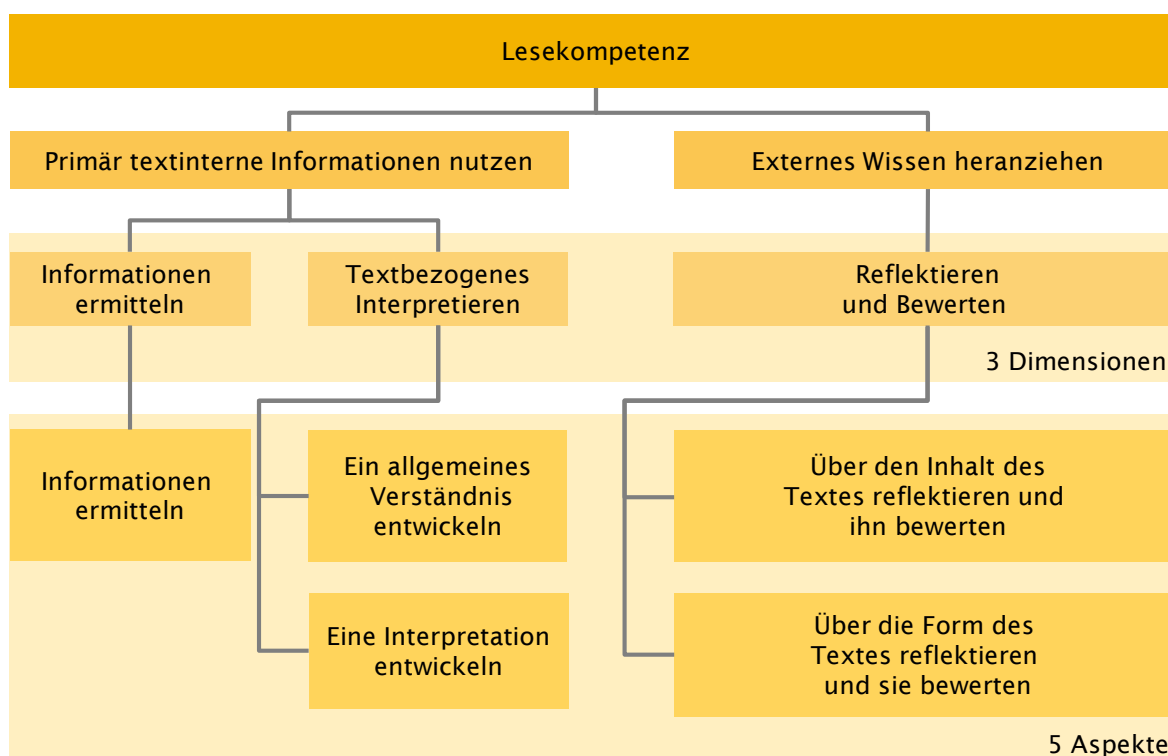


Abb. 2.2: Aspekte und Dimensionen der Lesekompetenz nach PISA (Quelle: eigene Darstellung, verändert nach OECD 2002)

kontinuierliche Texte unterteilt werden. Außerdem weisen die Ergebnisse der Lesekompetenz bei literarischen Texten diese ebenfalls als eigene Teildimension aus (Artelt & Schlagmüller 2004)

In den drei Dimensionen der Lesekompetenz werden jeweils fünf Stufen unterschieden (vgl. Tab. 2.2). In jeder Stufe repräsentiert eine Zahl von Aufgaben ein gewisses Kompetenzspektrum unterschiedlicher Schwierigkeit. Die steigenden Schwierigkeitsgrade sind abhängig von der Komplexität des Textes, der Vertrautheit der Schüler mit dem Thema des Textes, der Deutlichkeit von Hinweisen auf die relevanten Informationen und der Anzahl und Auffälligkeit von ablenkenden Elementen (Artelt 2005, Lenz 2004). Auf der ersten Stufe verfügen Schüler nur über elementare Lesefähigkeiten. Expertenleser auf Stufe V können auch unvertraute, komplexe Texte flexibel nutzen. Schüler auf einer bestimmten Stufe verfügen im Sinne einer Progression über die Fähigkeiten, die dieser Stufe sowie allen darunter liegenden Stufen zugeordnet werden. Zur Erfassung der Schülerleistungen innerhalb der Kompetenzdimensionen wird die Item-Response-Theorie genutzt, die auf Grundlage eines Wahrscheinlichkeitsmodells, Aufgabenschwierigkeiten auf einer kontinuierlichen Skala neben den Fähigkeiten der getesteten Personen darstellen kann (Artelt et al. 2004, Artelt 2005, OECD 2002).

Stufe	Informationen ermitteln	Textbezogenes Interpretieren	Reflektieren und Bewerten
5	Mehrere Teile einer tief eingebetteten Information lokalisieren, ordnen oder zusammenfügen, feststellen, welche der im Text enthaltenen Informationen für die Aufgabe wichtig sind, mit sehr plausiblen und/oder stark konkurrierenden Informationen umgehen	Die Bedeutung einer nuancierten Ausdrucksweise analysieren oder ein vollständiges und detailliertes Verständnis des Textes unter Beweis stellen	Kritisch bewerten oder ausgehen von Fachwissen Hypothesen aufstellen, gestützt auf eine tiefgreifende Analyse langer oder komplexer Texte Rückschlüsse ziehen
4	Mehrere Teile einer eingebetteten Information lokalisieren, ordnen oder zusammenfügen, feststellen, welche im Text enthaltenen Informationen für die Aufgabe wichtig sind	Anspruchsvolle, aus dem Text gezogene Schlüsse zum Verständnis und zur Anlegung von Kategorien in einem ungewohnten Kontext einsetzen, Bedeutung eines Textteils unter Berücksichtigung des Textes als Ganzen analysieren	Unter Rückgriff auf schulisches oder Allgemeinwissen Hypothesen über einen Text aufstellen oder ihn kritisch bewerten, ein genaues Verständnis langer oder komplexer Texte unter Beweis stellen
3	Mehrere Informationsteile lokalisieren, bestehende Zusammenhänge erkennen, mit gut sichtbaren konkurrierenden Informationen umgehen	Mehrere Textteile gedanklich verbinden, um eine Hauptidee zu identifizieren, vergleichen, gegenüberstellen und kategorisieren mit Berücksichtigung zahlreicher Kriterien	Verbindungen herstellen, Vergleiche anstellen, Erklärungen liefern oder einen Textbestandteil beurteilen, detailliertes Verständnis des Textes unter Bezugnahme auf vertraute Alltagskenntnisse
2	Ein oder mehrere Informationsteile lokalisieren, mit konkurrierenden Informationen umgehen können	Die Hauptidee eines Textes identifizieren, Zusammenhänge begreifen, einfache Kategorien entwickeln	Vergleiche anstellen zwischen dem Text und außertextlichen Kenntnissen, einen Bestandteil des Textes mit eigenen Erfahrungen erklären
1	Ein oder mehrere unabhängige Teile einer explizit ausgedrückten Information lokalisieren	Den Hauptgedanken eines Textes oder die Absicht des Autors in einem Text über ein vertrautes Thema erkennen	Eine einfache Verbindung zwischen Informationen aus dem Text und weit verbreitetem Alltagswissen herstellen

Tab. 2.2: Kompetenzmodell der Lesekompetenz nach PISA (Quelle: eigene Darstellung, verändert nach OECD 2002)

2.5 Kompetenzmodellierung

Nach Klieme et al. (2007) stellt die „*Entwicklung von entsprechenden Kompetenzmodellen [...] eine der größten Herausforderungen für die Implementierung von Bildungsstandards in den deutschsprachigen Ländern dar.*“ (Klieme et al. 2007: 10).

Kompetenzmodelle konkretisieren und systematisieren Inhalte und Stufen der allgemeinen Bildung. In ihnen lassen sich Aussagen über Kontexte, Abstufungen und Entwicklungsverläufe einzelner Kompetenzbereiche treffen (Klieme 2007). Als theoretische wissenschaftliche Konstrukte vermitteln Kompetenzmodelle zwischen abstrakten Bildungszielen und konkreten Aufgabensammlungen (Ossner 2006, Klieme 2007). Kompetenzmodelle werden vorwiegend fachspezifisch theoriebasiert entwickelt und unterscheiden verschiedene Dimensionen innerhalb einer Domäne (sog. Kompetenzstrukturen) und beschreiben unterschiedliche Niveaustufen auf den einzelnen Dimensionen (sog. Kompetenzniveaus/ -stufen).

Kompetenzstrukturmodelle bilden die theoretische bzw. empirisch nachgewiesene Binnenstruktur von Kompetenzen ab. Sie unterteilen Kompetenzen in verschiedene Teilaspekte, Bereiche unterschiedlicher situativer Anforderungen, Komponenten bzw. Dimensionen und beschreiben ihre wechselseitigen Beziehungen (Hammann 2004, Hemmer & Hemmer 2007, Hemmer 2008, Klieme 2004, 2007, Klieme et al. 2007, Schecker & Parchmann 2006, Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung München 2006). Sie bilden „*gewissermaßen die ‚Koordinaten‘ im n-dimensionalen Kompetenzraum*“ (Schecker & Parchmann 2006: 53). Die Frage nach der Anzahl der Dimensionen bzw. Komponenten muss theoriebasiert pragmatisch entschieden werden (Schecker & Parchmann 2006).

In Kompetenzniveaumodellen liegen wissenschaftlich begründete Vorstellungen über Abstufungen von Kompetenzen bzw. deren Dimensionen zugrunde. In sog. Stufen- oder Niveaumodellen werden Grade der Entwicklung bzw. abgestufte Fähigkeiten abgebildet, wobei eine Wertigkeit bzw. Schrittfolge zu höherwertigen Kompetenzstufen impliziert ist (Hammann 2004, Klieme 2007, Schecker & Parchmann 2006). Die einzelnen Kompetenzniveaus müssen mit differenzierenden Kriterien ausgewiesen werden, meist teilt man kriteriumsorientiert einzelne Abschnitte auf dem (empirisch gemessenen) Kontinuum einer Kompetenzdimension ab, die jeweils eine andere Qualität der erfassten Leistung widerspiegeln (Hartig & Jude 2007, Hemmer & Hemmer 2007, Hemmer 2008, Klieme et al. 2007, Rost 2006, Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung München 2006).

„Jede Kompetenzstufe ist durch kognitive Prozesse und Handlungen von bestimmter Qualität spezifiziert, die Schüler auf dieser Stufe bewältigen können, nicht aber Schüler auf niedrigen Stufen.“ (Klieme 2007: 22). Auf niedrigen Kompetenzstufen liegt beispielsweise deklaratives Wissen vor, das zunehmend prozeduralisiert wird und in höheren Stufen in Können übergeht (Klieme 2007). Wie bei den Dimensionen bedarf auch die Einteilung in Stufen bzw. Ausprägungen einer theoretisch fundierten und Zweck bezogenen Entscheidung über die Breite und Anzahl der Abstufungen (Schecker & Parchmann 2006).

Kompetenzentwicklungsmodelle geben inhaltsbezogenen Aufschluss darüber, in welchen Kontexten, Alterstufen und unter welchen Einflüssen sich einzelne Kompetenzen entwickeln (Hemmer & Hemmer 2007, Hemmer 2008, Klieme et al. 2007).

Kompetenzmodelle (Struktur-, Niveau- bzw. Entwicklungsmodelle) werden meist zunächst normativ, d. h. auf Grundlage von Theorien aus der Lernpsychologie und aus fachlichen Bildungszielen abgeleitet (Schecker & Parchmann 2006). Nach einer solchen normativen Aufstellung eines Kompetenzmodells sind empirische Untersuchungen in Form von Tests erforderlich, die überprüfen, ob sich die theoretisch angenommenen Komponenten und Niveaustufen sowie ggf. Entwicklungsverläufe der Kompetenzmodelle empirisch abbilden lassen (Klieme 2007).

In der heutigen sehr aktiven psychologischen und pädagogischen Kompetenzforschung dominieren hochstrukturierte, standardisierte Verfahren in Form von quantitativen Tests (Erpenbeck & von Rosenstiel 2003, Klieme 2007). Mehrdimensionale psychometrische Modelle, sog. Rasch-Modelle (Rasch 1960), erreichen darunter eine differenzierte Diagnostik bei der Analyse von n-dimensionalen Kompetenzstrukturmodellen (Klieme et al. 2007, Klieme 2007). Zur empirischen Überprüfung der Kompetenzmodelle müssen die Dimensionen und

Stufen jeweils operationalisiert, d. h. in valide Indikatoren, also konkrete Anforderungssituationen und Testaufgaben übersetzt werden. Dabei muss im Voraus spezifiziert werden, welche Aufgabe in welche Dimension und Kompetenzstufe einzuordnen ist (Gnahn 2007, Klieme 2004, 2007, Rost 2006). Anschließend kann empirisch überprüft werden, ob die theoretischen Annahmen und die daraus operationalisierten Testaufgaben mit den empirischen Daten übereinstimmen (Klieme 2007).

Lernen mit Bildern

Das Lesen von Bildern ist eine „*lebensnotwendige Fähigkeit in unserer Kultur*“ (Miller 1987, zitiert in Pettersson 1994: 225).

Diese visuelle Lesefähigkeit ist entscheidend, da unsere Gesellschaft in einem „*visuellen Zeitalter*“ (Hieber & Lenz 2007: 2) auch durch die schnellen technologischen Entwicklungen der Medien von unterschiedlichsten Bildern geprägt wird. Charakterisiert wird diese visuelle Kultur durch eine globale Bilderflut und eine Omnipräsenz massenhaft verbreiteter Bilder in Medien und Kommunikation (Bamford 2007, Billmayer 2008, Hieber & Lenz 2007, Höpel 2008, Lieber 2008, Müller 2003, Niehoff & Wenrich 2007c, Neuß 2008, Schulz 2005, Zehetmair 2010). Manche Kultur- und Bildungskritiker fürchten in dieser visuellen Wende von einer überwiegend schriftlich geprägten zu einer bildgeprägten Gesellschaft schon die Herrschaft der Bilder, einen gefährlichen Visualismus bzw. das Überhandnehmen der Bilder allgemein (Pöggeler 1992, Neuß 2008).

Andere wiederum sprechen von Jugendlichen und Kindern als „*digital natives*“, Eingeborenen im Medien- und Kommunikationszeitalter, die intuitiv mit Bildern und vielfältiger, gleichzeitiger, meist digitaler Information umgehen können. Sie entwickeln laut Hirnforschung durch die Sozialisation in der digitalen, bildgeprägten Kultur eine andere Gehirnorganisation als die älteren Generationen, die als „*digital immigrants*“ erst lernen müssen, in dieser „neuen“ Welt zurechtzukommen (Niehoff & Wenrich 2007b, Prensky 2001a, b).

Nichtsdestotrotz müssen Fähigkeiten im Umgang mit visuellen Informationen erlernt und eine vielschichtige „*Bildlesekompetenz*“ aufgebaut werden, da Bilder die Welt nicht abbilden, sondern immer konstruieren und die Bildautoren durch sie - bewusst oder unbewusst - kommunizieren (Bamford 2007, Müller 2003, Neuß 2008, Schoppe 2011).

Einige Autoren beklagen ein (zu) niedriges Niveau der visuellen Bildung in der Schule, da Bilder oder Bildkompetenz keinen bedeutenden Stellenwert in den Bildungsplänen einnehmen. Die Schüler unterschätzen den Informationsgehalt der Bilder, sie nehmen Bilder „zu leicht“. Außerdem fehlt es an bildwissenschaftlicher Forschung, theoretischer Basis und Unterrichtsforschung zum Einsatz und Wirksamkeit von Bildern in Lernprozessen (Bamford 2007, Kremling 2008, Peeck 1994, Wagner 2010, Weidenmann 1988, 1991, 2004, 2008).

3.1 Bildbegriffe

Bilder sind „*schnelle Schüsse ins Gehirn*“ (Billmayer 2008: 75).

Eine präzise Definition gestaltet sich schwierig, deshalb wird der Bildbegriff in den Bildwissenschaften weit gefasst und bezeichnet Bilder als aus ihrer Umgebung herausgehoben (Höpel 2008, Müller 2003). Weitere Eigenschaften von Bildern, die ihnen von Autoren unterschiedlicher Forschungsrichtungen zugeschrieben werden, sind in der nachfolgenden Liste aufgeführt. Bilder sind demnach:

- „zum Zweck der Betrachtung oder Verständigung hergestellte visuelle Konfiguration(en)“ (Müller 2003)
- absichtlich hergestellte visuelle Zeichen, zweidimensional und statisch, haben Gebrauchswert, dienen als Abbild, informieren, sind ästhetisch (Posner & Schmauks 2004)
- haben „*Evidenzcharakter*“, sind äußere, reale Bilder, haben Ähnlichkeit zum Abgebildeten, sind materielle Zeichen (Wagner 2010: 43)
- dreidimensional, funktional, (nicht-)künstlerisch, bewegt, äußere Bilder sind gebunden an ein Medium, rufen innere, mentale Bilder im Kopf hervor, dienen der Kommunikation (Höpel 2008)
- piktorale Repräsentationen, mentale Bilder (Lieber 2008)
- immer konkret, Mittel, Zeichen, Werkzeuge, Äußerungen, Fiktion und Nachricht (Billmayer 2008)
- visuelle Veranschaulichungen, vielgestaltig, materiell, artifiziell und relativ dauerhaft (Sachs-Hombach 2005)
- „*völlig anders geartet als ein Text - im Gegensatz zu dessen Linearität und Etappenhaftigkeit ist es punktuell, situativ und auf Überschau angelegt*“ (Schoppe 2011: 16)
- stark, d. h. anschaulich (Kruse 2010)
- Repräsentationen, wichtiges kulturelles Artefakt (Berendt 2005)
- „*praktische Art der Darstellung von Gedanken und Gefühlen*“ (Bamford 2007: 57)

Außer einer weiten Definitionsbreite werden Bildern zudem zahlreiche und vielfältige Funktionen zugewiesen, die gleichzeitig wirken können. Peeck (1994) unterteilt diese in die zwei Hauptkategorien affektive bzw. motivationale Funktionen und kognitive Funktionen. Affektive bzw. motivationale Funktionen sollen Emotionen auslösen, Interesse wecken, das Lernen bereichern, Aufmerksamkeit generieren usw. Sie haben eine ästhetische Funktion, sie dekorieren (Peeck 1994, Wagner 2010).

Kognitive Funktionen sind auf eine lernfördernde und behaltende Wirkung gerichtet, bei der Bilder im Zusammenhang mit Texten stehen. Den Bereich der kognitiven Funktionen haben zahlreiche Autoren aus der Unterrichtsforschung weiter differenziert. Eine ausführliche Darstellung findet sich z. B. bei Weidenmann (1988) oder Lewalter (1997). Wichtige Funktionstaxonomien sind die von Levin (1981), Levin et al. (1987) sowie die von Levie &

Lentz (1982). Levin et al. (1987) unterscheiden zwischen darstellender, interpretierender, organisierender, transformierender sowie perspektive-induzierender Funktion. Levie & Lentz (1982) sprechen insgesamt von vier Bildfunktionen: den behaltsfördernden, aufmerksamkeitslenkenden, kompensatorischen sowie affektiven Funktionen.

Der in dieser Studie zugrunde liegende Bildbegriff ist durch die ausschließliche Nutzung von Satellitenbildern dementsprechend auf diese Bilder eingegrenzt.

3.2 Psychologische Modelle der Bildwahrnehmung

„Was wir vor unserem inneren Auge sehen, ist eine eigene Interpretations- und Konstruktionsleistung unseres Gehirns.“ (Lieber 2008: 5).

Das Bild stellt für uns nur einen Impuls dar, der über mehrere Stufen der Wahrnehmung analysiert und interpretiert wird. Dabei reagieren wir stärker auf Ungewohntes oder Fremdes als auf Bekanntes oder Vertrautes. Nicht-Konsistentes muss intensiver verarbeitet werden (Lieber 2008, Weidenmann 1994). Die mehrstufige Verarbeitung von Bildern wird in unterschiedlichen Modellen der psychologischen Bildwahrnehmung beschrieben. Meist wird hier in zwei groben Schritten zwischen präattentiven und attentiven Rezeptionsprozessen unterschieden (Goldstein & Ritter 1997, Goldstein 2002, Lewalter 1997, Sachs-Hombach 2006, Schnotz 1994, 2002, Weidenmann 1994, 2008).

Präattentive Wahrnehmungsprozesse stehen am Beginn des Bildkontaktes, sie laufen weitgehend automatisch, d. h. ohne bewussten Einfluss oder Anstrengung der Person ab. Das Gehirn verschafft sich einen globalen Überblick und vollzieht eine unmittelbare Bildinterpretation bei der einfache bzw. bekannte Objekte erkannt und gruppiert werden. Schnotz (1994) spricht dabei von *„Mechanismen der spontanen Strukturierung des visuellen Informationsangebotes“* (S. 120). Das Erkennen von Sachverhalten wird nach Prinzipien der Prägnanz, Ähnlichkeit und Einfachheit subjektiv als plötzliches Erfassen erlebt. Die präattentive Rezeption von Bildinhalten „auf den ersten Blick“ ist stark vom Vorwissen und der Orientierung, der Verfassung der Person bzw. der Zielsetzung des Bildkontaktes abhängig. Durch die Tendenz zu minimalem Aufwand wird zunächst die globale Bedeutung und in einem zweiten Schritt weitere Details verarbeitet (Lewalter 1997, Schnotz 1994, Weidenmann 1991, 1994).

Attentive Verarbeitungsprozesse folgen auf die einfache Wahrnehmung und stehen für die bewusste, länger andauernde Analyse eines Bildes. Sie sind dem Bewusstsein zugänglich und erfolgen im Gegensatz zu den präattentiven Prozessen gezielt und absichtsvoll einer bestimmten Aufgabenorientierung. Sie verlangen einen größeren mentalen Aufwand und eine höhere Verarbeitungstiefe. Hierbei werden nach einer ersten globalen Bilderfassung einzelne Details bzw. Bildelemente und deren Beziehungen nacheinander selektiv analysiert und interpretiert. Diese Verarbeitung ist ebenfalls vom Vorwissen, aber auch von einer Aufgabenorientierung abhängig. Ziel ist die vollständige Interpretation bzw. das „Verstehen“ des Bildes (Lewalter 1997, Schnotz 1994, Weidenmann 1994).

In ähnlicher Form kategorisiert Weidenmann (1988) in seiner Habilitation zwei aufeinander aufbauende Arten des Bildverstehens. Er nennt diese „*natürliches bzw. ökologisches Bildverstehen*“ sowie „*indikatorisches Bildverstehen*“. Das ökologische Bildverstehen beruht hauptsächlich auf Kompetenzen der natürlichen Wahrnehmung, d. h. auf der Wahrnehmung der natürlichen Umwelt. Das Erkennen eines Bildes verläuft meist präattentiv automatisch ab und ist vom Vorwissen und den sensuellen Erfahrungen des Bildbetrachters beeinflusst. Dieser versucht auf Grundlage seines Vorwissens und seiner Erfahrungen Objekte „wieder zu erkennen“. Bei höherem mentalen Aufwand können auch attentive Wahrnehmungsprozesse im natürlichen Bildverstehen eine Rolle spielen. Weidenmann (1988) bezeichnet die ökologische Bildrezeption als Bildverstehen erster Ordnung, welches sofort bei Blickkontakt mit einem Bild beginnt. Dabei finden „*ökologische Schemata*“ Anwendung und ein „*referentielles mentales Modell*“ wird konstruiert (Hieber & Lenz 2007, Schwan 2005, Weidenmann 1988, 1991, 1994, 2004).

Mentale Modelle sind analoge mentale Wissensrepräsentationen bzw. „*interne hypothetische Quasi-Objekte*“ (Schnotz et al. 1996: 199) verschiedenster Sachverhalte, in denen eine Person Informationen bzw. komplexes Wissen speichert. In dieser Arbeit wird auf solche und weitere kognitive Verarbeitungsformen wie propositionale Repräsentationen nicht näher eingegangen. Forschungen zu Bildern und mentalen Modellen finden sich bei unterschiedlichen Autoren (Brauner 1994, Dutke 1994, Johnson-Laird 1995, Lewalter 1997, Mandl & Aebli 1988, Reinfried 2010, Seel 1991, Schnotz 1994, Schnotz & Bannert 1999, Schnotz et al. 1996, Weidenmann 1988, 1994, 2008).

Das indikatorische Bildverstehen richtet sich auf die gezielte Analyse und Entschlüsselung eines Bildes. Es gilt hierbei die Intentionen oder Mitteilungen des Bildes, die der Bildproduzent in seine Darstellung hineinprojiziert hat, zu erkennen. Damit geht dieses Bildverstehen zweiter Ordnung über das Erkennen des Abgebildeten hinaus hin zu einer Rekonstruktion des „*im Bild visualisierten Arguments*“ (Weidenmann 1994: 27). Ähnlich wie bei der attentiven Rezeptionsverarbeitung erfolgt das indikatorische Bildverstehen systematisch und zielgerichtet durch eine genaue lokale Analyse von einzelnen Bildobjekten. Interessant bzw. informativ sind hierbei nicht die bekannten Details, sondern die Besonderheiten der Bildgestaltung, da diese als Indikatoren des Bildproduzenten gewertet werden (Bertin 1974, Hieber & Lenz 2007, Schwan 2005, Weidenmann 1988, 1991, 1994, 2004).

Aufbauend auf dem ökologischen Bildverstehen nutzt das indikatorische das Vorwissen des Betrachters über Aspekte der Bildproduktion, Darstellungskonventionen und die mit dem Bild zusammenhängenden kommunikativen Absichten. Dabei wird ein kommunikatives mentales Modell vom Betrachter konstruiert. Die Entschlüsselung der Bildnachricht gelingt umso besser, je mehr der Betrachter mit der Bildsprache vertraut ist, d. h. je differenzierter seine Wissensbestände sind und je mehr psychische Prozesse an der „*Normalisierung*“ beteiligt sind. Dieses Bildverstehen zweiter Ordnung muss wie andere Kulturtechniken auch systematisch erlernt werden (Bertin 1974, Hieber & Lenz 2007, Schwan 2005, Weidenmann 1988, 1991, 1994).

Weidenmann unterteilt den Prozess der Bildwahrnehmung bzw. das Bildverstehen in fünf aufeinander folgende Phasen (vgl. Abb. 3.1). In der Vorphase spielt die momentane Orientierung des Betrachters, sein Vorwissen, seine Stimmung und eventuelle Zielsetzungen der

Bildbetrachtung eine große Rolle. Bei Beginn des Blickkontaktes geht der Prozess in die Initialphase über. Hier beginnt der Lerner automatisch das Bild zu verarbeiten und erfasst grobe Bildelemente. In dieser Phase dominiert das ökologische Bildverstehen, also ein Bildverstehen erster Ordnung. Nach dem Prinzip der minimalen Verarbeitung bzw. dem Ökonomieprinzip versucht der Lerner möglichst wenig Anstrengungen bei der Bildbetrachtung aufzubringen. Eine Person bzw. das „*verarbeitende System tendiert dazu, den Verstehensprozess auf die automatische Verarbeitung zu beschränken.*“ (Weidenmann 1988:84).



Abb. 3.1: Phasen des Bildverstehens (Quelle: eigene Darstellung, verändert nach Weidenmann 1988)

Wird aber die Betrachtung als wichtig oder noch unvollständig begriffen, geht das Bildverstehen in die nächste Phase der Progression, ansonsten erfolgt ein Abbruch des Bildkontaktes. In der dritten Phase steigt die Verstehensintensität, einzelne Objekte werden lokal wahrgenommen, es gelingt ein Bildverstehen zweiter Ordnung, das indikatorische. Zudem werden in dieser Phase Vorwissensbestände zur Analyse des Bildes herangezogen. In der Stabilisierungsphase nimmt dann die Anstrengung des Betrachters ab, da der perzipierte, also angenommene Normalisierungsbedarf, d. h. die Verstehensstiefe abnimmt. Nach dem Abbruch des Bildkontaktes wird in der Speicherphase das Gesehene Bild in einem mentalen Modell gespeichert, das abhängig von der Verarbeitungsintensität und -dauer verschieden differenziert, vernetzt und reproduzierbar ist (vgl. Abb. 3.1) (Lewalter 1997, Weidenmann 1988).

Finke (1986) beschreibt den Prozess der Wahrnehmung durch das visuelle System in mehreren Verarbeitungsstufen. Nachdem eine Person ein reales Objekt oder Bild durch das

Auge wahrnimmt, erfolgt eine retinale Informationsverarbeitung (auf der Augennetzhaut), anschließend Analysen von Helligkeitsänderungen und Kontrast. In der Hirnrinde werden danach Muster wahrgenommen und Merkmale auf unterschiedlichen Verarbeitungsebenen unterschieden. Wissen über die gesehenen Gegenstände kann die bildliche Vorstellung und Erkennung der Merkmale beeinflussen, nicht aber die Helligkeitsanalyse oder die retinale Informationsverarbeitung (Finke 1986).

3.3 Visual Literacy

„So wie die Schule das Lesen und Schreiben von Texten lehrt, muss sie auch das Sehen von Bildern lehren und trainieren.“ (Pöggeler 1992: 336).

Das „Sehen lernen“ kann sehr unterschiedlich beschrieben und definiert werden. Vielfach verwendete Begriffe sind Bildkompetenz, Lesekompetenz von Bildern, ästhetische Alphabetisierung, (Bild-)Literalität oder visual literacy (Bamford 2007, Berendt 2005, Duncker 2006, Hieber & Lenz 2007, Koch & Neckel 2001, Kremling 2008, Lewalter 1997, Lieber 2008, Maier 1998, Neuß 2008, Pettersson 1994, 2007, Peeck 1994, Schnotz & Dutke 2004, Schoppe 2011, Schwan 2005, Wagner 2010, Weidenmann 1988, Zehetmair 2010).

Da diese Begriffe von unterschiedlichen Forschungsrichtungen genutzt werden, gibt es keine einheitlichen Definitionen. Einen Versuch visual literacy zu definieren, unternahm die *„International Visual Literacy Association“*. Sie definiert visual literacy offiziell durch vier Punkte:

1. Visual literacy beinhaltet eine Gruppe von visuellen Kompetenzen, die ein Mensch durch das Sehen und die Einbeziehung anderer sensorischer Erfahrungen entwickeln kann,
2. die erlernte Fähigkeit, Kommunikation mit visuellen Symbolen (Bildern) zu interpretieren und mit Hilfe visueller Symbole Nachrichten zu erzeugen,
3. die Fertigkeit, Bildhaftes in verbale Sprache zu übersetzen und umgekehrt, sowie
4. die Fertigkeit, visuelle Informationen in visuellen Medien zu erfassen und zu bewerten (Pettersson 1994, 2007).

Die Lernenden werden hierbei auf der einen Seite als kritische Konsumenten und auf der anderen Seite als Produzenten bildlicher Informationen gesehen. Als Betrachter ist es notwendig, auf verschiedenen Ebenen visuell kompetent mit Bildern umzugehen, d. h. relevante Bildinformationen zu lesen, abgebildete Gegenstände zu erkennen und interpretieren zu können. Die Relevanz entsteht durch Vorwissen oder Anweisung. Nur was eine Bedeutung für den Betrachter hat, wird auch wahrgenommen. Wichtig ist, nicht auf einer oberflächlichen Stufe des Bildverstehens stehen zu bleiben, sondern mithilfe von Wissen über Gestaltungsmittel und Darstellungsformen u.a. die Intentionen, die kommunikativen Absichten und symbolischen Gehalte von Bildern zu erfassen (Bamford 2007, Höpel 2008, Peeck 1994, Kremling 2008, Neuß 2008, Niesyto 2006, Sachs-Hombach 2006, Schoppe 2011, Schwens & Fendel 1980, Wagner 2010, Weidenmann 1988). Weidenmann (1988) spricht hierbei von der Enschlüsselung als indikatisches Bildverstehen (vgl. Kap. 3.2).

Durch Bildbeschreibungen werden visuelle Inhalte „*mündlich und schriftlich in Sprache*“ übersetzt (Wagner 2010: 51). Nach Lieber (2008) benötigen diese „*Übersetzungsleistungen*“ spezielle multisensorische Wahrnehmungsfähigkeiten. Besonders in Zeiten mannigfaltiger digitaler Bildmanipulationsmöglichkeiten gehört zu einer ausgebildeten visual literacy eine kritische Bildkompetenz, ein Hinterfragen der Absichten und Intentionen des Bildautors (Höpel 2008, Neuß 2008, Schwan 2005). Visual literacy beschreibt also mehr als ein Erkennen von Gegenständen auf Bildern, vergleichbar wie Textverstehen auch mehr beinhaltet als das Erkennen von Wortbedeutungen (Berendt 2005).

Zu einer ausgeprägten oder „wahren“ Bildkompetenz, Bildliteralität bzw. visual literacy zählt neben der Beschreibung, Interpretation und Reflektion von vorgegebenem Bildmaterial auch das selbstständige Konstruieren visueller Symbole, d. h. das Erstellen eigener Bilder. Im aktiven Umgang mit bildnerischen Mitteln, Techniken und Gesetzen können Bilder unterschiedlicher kommunikativer Absicht erzeugt werden. Durch selbstständiges Zeichnen, Fotografieren, Filmen, Collagen erstellen etc. können Informationen in Bilder übersetzt werden (Berendt 2005, Billmayer 2008, Lieber 2008, Wagner 2010, Weidenmann 1988).

In Anlehnung an das Konzept des Lesen und Schreibens von Texten integriert die visual literacy das „*Lesen und Schreiben*“ von Symbolen und Bildern und beinhaltet damit eine „*Grammatik des Sehens*“ (Duncker 2006). Zusammenfassend bedeutet dies, visuelle Botschaften, d. h. Bilder zu interpretieren, solche Darstellungen selbst herzustellen und mit diesen visuell zu kommunizieren (Bamford 2007, Lewalter 1997, Pettersson 1994). Lieber (2008) und Pöggeler (1992) weisen dieser Sehfähigkeit bzw. Bildkompetenz eine gleichwertige Rolle wie der Lesekompetenz von Texten zu und integrieren sie in eine elementar notwendige kommunikative und soziale Gesamtkompetenz.

3.4 Bilder im Unterricht

„Von Comenius (Orbis pictus) bis Gaudig (Didaktische Präludien) wird das Demonstrationsmittel des Bildes nicht etwa als Verzierung des Unterrichts, sondern als Arbeitsmittel angepriesen.“ (Ernst 1969: 54).

Obwohl die Schule immer noch von Schriftlichkeit dominiert wird und ästhetische Dimensionen unzureichend berücksichtigt werden, sind Bilder und Filme heute selbstverständlicher Teil des Erziehungsprozesses (Kremling 2008, Lieber 2008, Maier 1998, Schäffer 2005).

Seit den 1960er Jahren stieg die Zahl der Bilder in Schulbüchern. Sie finden in den verschiedensten Unterrichtsfächern eine breite Berücksichtigung. Durch ihre vielfältige unterstützende Visualisierung von Sachverhalten ergänzen sie die Wissensvermittlung durch Lehrtexte in anschaulicher Weise (Maier 1998, Niehoff & Wenrich 2007a, Pettersson 1994, Schnotz et al. 1996, Wagner 2010).

Wichtig bei der Nutzung von Bildern im Unterricht ist neben einer ergänzenden Konkretisierung und Veranschaulichung auch eine zeitintensivere vertiefende Analyse, d. h. die Entwicklung visueller Bildung bzw. visual literacy in unterschiedlichen Schulfächern (Bamford 2007, Neuß 2008, Pettersson 1994, Schoppe 2011). Diese visuelle Bildung ist laut Bamford

(2007) in der heutigen Zeit unabdingbar, da sie eine Brücke schlägt zwischen dem Lernen in der Schule und der „*Art von Lernen, die nötig ist, um die Welt um uns herum deuten zu können*“ (Bamford 2007: 78).

Die entscheidende Rolle von Bildern im Lernprozess spielt ihre Anschaulichkeit. Sie sind Ersatz für reale Gegenstände und Sachverhalte. Mithilfe von Bildern können Verbindungen verdeutlicht oder ermöglicht werden, schwierige Gedanken dargestellt, Konzepte zur Verständniserleichterung angeboten, Kommunikation begonnen oder Fantasiebilder erzeugt werden. Durch Ansprechen unterschiedlicher Wahrnehmungskanäle erhöhen sie Aufnahmefähigkeit und Motivation der Schüler. Sie wirken ganzheitlich und bieten die Möglichkeit Hypothesen zu formulieren, vollständige Bildinterpretationen zu vollziehen aber auch Möglichkeiten für Perspektivenwechsel, Identifikation und Emotionen (Bamford 2007, Höpel 2008, Hoffmann 2009b, Lieber 2008, Maier 1998, Schwan 2005, Weidenmann 1988, 2004). Laut einer Umfrage zum Einsatzzweck von Bildern im Lehr-Lern-Prozess werden diese hauptsächlich als Gesprächsimpuls, zur Informationsvermittlung und Veranschaulichung im Unterricht eingesetzt (Kremling 2008).

Das Fach Geographie reklamiert beim Medium Bild eine Führungsposition, da Bilder ein zentrales Medium des Faches sind. Damit wird auch der Vermittlung einer Lesekompetenz von Bildern ein wichtiger Stellenwert im Geographieunterricht zugewiesen (Hieber & Lenz 2007). Das Schülerinteresse an der Arbeit mit Bildern und Fotos im Geographieunterricht wird durch verschiedene Studien als hoch eingestuft (Hemmer & Hemmer 1997, 2002, Klein 2007). Bei über 2.500 befragten bayrischen Schülern in der Studie von Hemmer & Hemmer (1997) im Jahr 1995 liegt das Interesse an Bildern und Fotos auf Rang vier, nach dem höheren Interesse an der Arbeit mit Experimenten, Filmen und Exkursionen. Hemmer & Hemmer (2002) folgern daraus, dass Medien und Arbeitsweisen stärker in den Unterricht eingeplant werden sollten, die dem Interesse der Schüler entsprechend verstärkt reale Begegnungen ermöglichen und konkret-ikonischen sowie potenziellen Handlungscharakter aufweisen. Auch in einer Untersuchung zu Geomedienkompetenzen von Klein (2007) rangieren Bilder im Interesse der Schüler (n=721) auf einem der vorderen Plätze. Interessanter sind nur noch Filme, das Internet oder die Arbeit am Computer.

Vergleicht man das Schülerinteresse an Bildern und Fotos mit der Einsatzhäufigkeit dieser Darstellungsformen im Geographieunterricht, fällt die Häufigkeit hinter der Beliebtheit zurück (Hemmer & Hemmer 2002, Klein 2007). Trotzdem werden Bilder oft im Unterricht eingesetzt, häufiger ist die Arbeit mit Atlas, Karten und dem Schulbuch (Hemmer & Hemmer 2002) bzw. Atlas, Karten, dem Erdkundebuch, Zeichnungen/Abbildungen und Statistiken oder Tabellen (Klein 2007).

Zur konkreten Analyse von Bildern wurden von unterschiedlichen Fachrichtungen methodische Schritte, Abfolgen der Analyse bzw. Ebenen der Bildinterpretation beschrieben (Bertin 1974, Duncker 2006, Haubrich 1998, 2001, Hieber & Lenz 2007, Lewalter 1997, Müller 2003, Niesyto 2006, Panofsky 1979, Pettersson 1994, Posner & Schmauks 2004, Rebel 2007, Scholz 2004).

Erwin Panofsky, ein bedeutender Kunsthistoriker des 20. Jahrhunderts, erstellte schon 1932 ein Drei-Stufen-Modell als Interpretationsschema zur Deutung von Kunstwerken (vgl. Abb.

3.2) (Panofsky 1979). Die erste Stufe, die „*vorikonographische Beschreibung*“, beruht auf der praktischen Erfahrung, auf der natürlichen Wahrnehmung von Gegenständen. Bildobjekte werden, ähnlich wie bei Weidenmann (1988), auf einer primären oder natürlichen Ebene durch ihre Vertrautheit erkannt und beschrieben. Sie können tatsächlich (wie z.B. die Szene „*ein Hund wedelt mit dem Schwanz*“) oder ausdruckshaft (das Wedeln kann Freundlichkeit ausdrücken) sein.

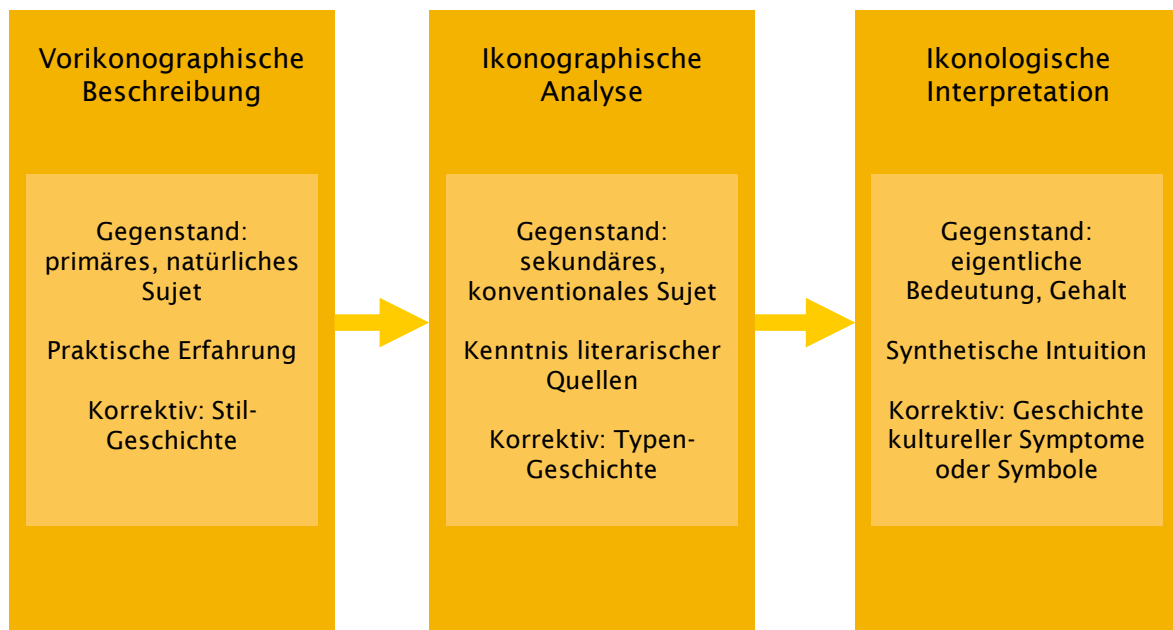


Abb. 3.2: Interpretationsschema zur Deutung von Kunstwerken (Quelle: eigene Darstellung, verändert nach Panofsky 1979)

Auf allen drei Stufen der Bildanalyse wirken bei Panofsky (1979) sogenannte Korrektivprinzipien, die das Resultat der Beschreibung, Analyse oder Interpretation korrigierend beeinflussen. Innerhalb der vorikonographischen Beschreibung ist dies die Stilgeschichte, die Art und Weise wie Gegenstände oder Ereignisse in unterschiedlichen historischen Zeiten durch Formen ausgedrückt werden (Panofsky 1979).

Die zweite Stufe der Deutung von Kunstwerken wird mit dem Titel „*ikonographische Analyse*“ überschrieben (vgl. Abb. 3.2). Dabei meint Ikonographie die Beschreibung und Klassifizierung von Bildern, die die Grundlage für weitergehende Interpretationen liefert. Sie beschreibt den Gegenstand des sekundären oder konventionalen Sujets, das durch die Kenntnis literarischer Quellen analysiert werden kann. Sekundär oder konventional meint die Bedeutung eines Gegenstandes oder einer abgebildeten Handlung, die durch Bräuche oder kulturelle Traditionen erklärt werden können (z.B. Ziehen eines Hutes als höfliches Grüßen). Das Korrektiv bildet hier die Typengeschichte, d. h. die historisch beeinflusste Darstellung von Themen und Vorstellungen durch Gegenstände oder Ereignisse (Panofsky 1979).

Den Abschluss der Deutung von Bildern bildet die „*ikonologische Interpretation*“. Sie erfordert eine geistige Fähigkeit, die Panofsky (1979) „*synthetische Intuition*“ nennt und die durch die persönliche Weltanschauung und Psychologie geprägt wird. Durch diese soll die

eigentliche Bedeutung bzw. der Gehalt des Bildes interpretiert werden. Voraussetzung dafür bilden die beiden vorherigen Stufen der vorikonographischen Beschreibung und der ikonographischen Analyse. Berichtigt wird die Interpretation durch die allgemeine Geschichte kultureller Symptome oder Symbole und den Wechsel des Zeitgeistes (vgl. auch Abb. 3.2) (Panofsky 1979).

Die drei unabhängigen Stufen der Bilddeutung müssen jedoch als ein organischer Prozess betrachtet werden. Und da alle Identifizierungen und Interpretationen von der subjektiven Erfahrung geprägt sind, *„müssen sie durch eine Einsicht in historische Prozesse ergänzt und korrigiert werden, deren Gesamtheit man Tradition nennen könnte.“* (Panofsky 1979: 222).

Um eine systematische Einbindung von visual literacy in der Schule umzusetzen, erfolgt bei Hanson et al. (1988) eine differenzierte Stufung dieser Kompetenz. Auf der ersten Stufe erkennen die Schüler gleiche Elemente in unterschiedlichen Kontexten, auf der nächst höheren graphische Ähnlichkeiten. Objekte aus unterschiedlichen Blickwinkeln erkennen Schüler auf der dritten Stufe, Elemente bzw. Objekte können sie auf einer weiteren Stufe transformieren bzw. mental rotieren lassen. Auf Stufe fünf werden ästhetische Prinzipien und Darstellungsaspekte (Komposition, Kraftlinien, Spannung etc.) erkannt. Das Identifizieren und Konfigurieren von unterschiedlich räumlich angeordneten Objekten kann auf Stufe sechs vollzogen werden. Auf der höchsten Stufe werden Ähnlichkeiten, Symbole und Zeichen in unzusammenhängenden und fremden Gebieten erkannt (Lewalter 1997, Pettersson 1994).

Hieber & Lenz (2007) erläutern die Arbeit mit Bildern im Fach Geographie in einem sechsstufigen Prozess. Nach eingehender Planung und Festlegung der fachlichen Kompetenzen und Ziele, die durch die Analyse erreicht werden sollen (1) folgt die Auswahl adäquaten Bildmaterials, welche Alter und Vorwissen der Schüler berücksichtigt (2). Im nächsten Schritt werden die Lernenden mit dem Bild konfrontiert, nehmen es als Ganzes wahr, erkennen Bekanntes. Sie befinden sich in Anlehnung an Weidenmann (1988) auf der Stufe des *„ökologischen Bildverstehens“* (3). Um auch das sogenannte *„indikatorische Bildverstehen“* zu erreichen, steuert der Lehrer durch Hypothesenbildung hin auf eine genauere Betrachtung und systematische Analyse des Bildes (4). Zusätzliche Materialien helfen bei der vertiefenden Analyse und Überprüfung der aufgestellten Hypothesen (5). Im letzten Arbeitsschritt wird das erlernte Wissen zur Ergebnissicherung auf das Bild angewandt, interpretiert und bewertet (6) (Hieber & Lenz 2007).

3.5 Lernen mit Satellitenbildern

„Satellitenbilder sind wie Schrift und Landkarte chiffrierte Wiedergaben der Wirklichkeit, sie wollen entziffert werden, sie zu lesen, will gelernt sein.“ (Hassenpflug 1996b: 5).

Dieses *„Lesen Lernen“* wird in der Literatur als Auswertung oder Schritte bei der Analyse von Satellitenbildern in mehrere Stufen unterteilt. Meist werden zwei bis drei große Schritte vorgeschlagen. Nach einer vorbereitenden Auswertung, die das Satelliten- oder Luftbild räumlich und zeitlich einordnet, folgen die eigentliche Bildauswertung, Interpretation und Deutung sowie die Darstellung der Auswertungsergebnisse (vgl. Tab. 3.1). Gerber

& Reuschenbach (2005) setzen einen weiteren Schritt vor die formale Betrachtung des Bildes, den sie zur Beschaffung von Hintergrundinformationen für die Schüler nutzen, und um deren Interesse zu wecken: die Vorbereitung.

Darstellung der Auswertungsergebnisse	↑	Verbalisierung, Kurzreferate
		Graphisch-statistische Formen
		Kartographisch: Anfertigen einfacher Skizzen
		Schriftliche Formen
		Geschichten zum Bild erzählen, weitere Bilder ergänzen, umgestalten, aktuelle & historische Bilder gegenüberstellen etc.
Eigentliche Bildauswertung	↑	Beschreibung und Identifikation der Objekte
		Gliederung des Bildinhaltes
		Interpretation/Deutung des Bildinhaltes: räumliche Verteilung der Objekte, Zusammenhänge und Abhängigkeiten
		Beurteilung des Bildinhaltes mit weiteren Informationsquellen (Karten, Literatur, Statistiken)
		Nachzeichnen wichtiger Raumstrukturen
Vorbereitende Auswertung	↑	Bildorientierung
		Feststellung der Größenverhältnisse
		Aufnahmezeitpunkt
		Bildlokalisierung
		Art der Aufnahme

Tab. 3.1: Schritte bei der visuellen Analyse von Satellitenbildern (Quelle: eigene Zusammenstellung auf Grundlage von Albertz 2007, Bär 1977, Breitbach 1996a, Brucker 1976, 1981, Ernst 1969, Frömel 1981, Fricke & Vögler 1969, Geiger 1986, Gerber & Reuschenbach 2005, Kestler 2002, Köck & Stonjek 2005, Pietrusky 1986, Popp 1979, Seger 2001, Siegmund & Menz 2005, Theißen 1986)

Um die Auswertung eines Satelliten- oder Luftbildes vorzubereiten, können die folgenden Informationen eingeholt oder mit Hilfe einer Karte bzw. weiterer Materialien erschlossen werden: die Bildorientierung (Himmelsrichtungen), der Maßstab (Feststellung der Größenverhältnisse), der Aufnahmezeitpunkt (zu welcher Tages- oder Jahreszeit wurde das Bild aufgenommen?) und die Bildlokalisierung (wo auf der Erde findet sich dieser Ausschnitt?) (vgl. Tab. 3.1) (Brucker 1976, 1981, Geiger 1986, Gerber & Reuschenbach 2005, Kestler 2002, Köck & Stonjek 2005, Pietrusky 1986, Popp 1979, Theißen 1986). Pietrusky (1986) und Brucker (2006) zählen zur Vorbereitung der Auswertung noch die Klärung der Bildart, d. h. die technischen Bildeigenschaften, die spektrale Auflösung sowie die Farbgebung.

Die systematische Analyse des Bildes beginnt meist mit einer Beschreibung und Identifikation einzelner Objekte, die anschließend geordnet werden können, so dass eine Gliederung des Bildinhaltes möglich ist. Grundsätzlich lassen sich drei Grundtypen an Objekten unterscheiden: Flächen (z. B. Wälder, Seen), Linien (z. B. Verkehrswege, Flüsse) und Punkte (z. B. Häuser, einzelne Bäume). Durch eine Identifikation von Grobstrukturen und einer Beschreibung der Teilbereiche kann mit einer genaueren Analyse der räumlichen Strukturen begonnen werden. Die Deutung des Bildinhaltes vollzieht sich mit der Analyse der räumli-

chen Verteilung der Objekte, ihrer Zusammenhänge und Abhängigkeiten. Bei einer solchen Interpretation werden Rückschlüsse auf nicht direkt Erkennbares gezogen, wie beispielsweise auf landschaftsverändernde Prozesse, die Landschaftsgenese allgemein oder die Benennung topographischer Elemente. Das Erkennen von Objekten und die Interpretation können jedoch nicht getrennt voneinander betrachtet oder vollzogen werden. Sie laufen parallel in einem Iterationsvorgang ab, denn nur was erkannt wird, kann auch analysiert werden. Zur Unterstützung können Vermutungen und Deutungen geäußert, zeichnerisch in Skizzen, Linien, Symbolen etc. festgehalten oder als Beobachtungen von den Schülern notiert werden. Wichtige Raumstrukturen können beispielsweise durch Auflegen einer Folie über dem Bild nachgezeichnet werden, die so abstrahiert, generalisiert und kartographisch abgebildet werden können (vgl. Tab. 3.1)(Albertz 2007, Bär 1977, Breitbach 1996a, Brucker 1976, 1981, Ernst 1969, Frömel 1981, Fricke & Vögler 1969, Geiger 1986, Gerber & Reuschenbach 2005, Kestler 2002, Köck & Stonjek 2005, Pietrusky 1986, Popp 1979, Seger 2001, Siegmund & Menz 2005, Theißen 1986).

Zum Abschluss der Bildanalyse kann der Bildinhalt unter Zuhilfenahme weiterer Informationsquellen wie (thematischen) Karten, Literatur oder Statistiken im Hinblick auf seine Aussagekraft beurteilt werden. Die Beurteilung oder Bewertung schult das kritische Betrachten des Mediums Satellitenbild, lässt die Potenziale, aber auch die Grenzen dieser bildhaften Informationsquelle deutlich werden (Bär 1977, Brucker 1975, 1976, Reuschenbach 2006).

Nach einer ausführlichen Bildbeschreibung und -analyse können die Ergebnisse in unterschiedlichen Formen präsentiert werden: kartographisch in Form einfacher, thematischer Skizzen, in schriftlicher oder mündlicher Form (Kurzreferate), in graphisch-statistischen Formen oder in einer Zusammenschau mit weiteren Bildern bzw. Medien (vgl. Tab. 3.1)(Brucker 2006, Geiger 1986, Gerber & Reuschenbach 2005, Kestler 2002, Köck & Stonjek 2005, Popp 1979).

Dieses Lernen mit bzw. durch Satelliten- und Luftbilder beinhaltet nach Geiger (1979) und Breitbach (1996a) vielfältige Lernziele. Neben einfachen Analyseschritten wie beschreiben, skizzieren, messen und schätzen, zählen dazu die vergleichende Betrachtung von Luftbild und Karte im Medienverbund. Zudem zählen eine vertiefte Interpretation der Bilder durch landschaftsogenetische Betrachtungen oder natur- wie kulturellräumliche Gliederungen zu den Lernzielen (vgl. Geiger 1979). Breitbach (1996a) geht über eine zielgerichtete Auswertung hinaus und nimmt die Beurteilung der Möglichkeiten und Grenzen eines Bildes zur Beantwortung einer bestimmten Fragestellung und die Beurteilung von Satellitenbildern im Vergleich zu anderen Medien in seine medien-spezifischen Lernziele auf.

Satellitenbilder im Unterricht

“Luft- und Satellitenbilder gehören heute in den selbstverständlichen Alltag unserer Schüler“ (Geipel 1969: 3).

Ob diese Aussage im Jahre 1969 schon zutraf, kann diskutiert werden, heute aber beschreibt sie die Verbreitung dieser Fernerkundungsdaten auf prägnante Weise. Vor allem Satellitenbilder prägen heute unseren Alltag, wenn sie den täglichen Wetterbericht illustrieren, die Grundlage zur Verortung internationaler Nachrichten bilden und Verwendung in Navigationssystemen finden (Voß et al. 2009). Virtuelle Globen wie Google Earth, World Wind, Bing Maps etc. erweitern unsere Sicht auf die Erde durch den faszinierenden Blick aus dem Weltraum. Sie lassen großräumige Strukturen in ihrer Gesamtheit erkennen und zeigen Wohnort, ferne Landschaften und Urlaubsziele. Google Earth wurde 2006, im ersten Jahr nach seiner Einführung schon über 100 Millionen mal heruntergeladen (Google 2006). 80% der deutschen Schüler reisen als „Raumfahrer“ laut einer Umfrage von Alexandra Siegmund (2010) damit rund um den virtuellen Globus.

Die Daten aus dem All wurden auch in der naturwissenschaftlichen Forschung zu einer unersetzbaren Datenquelle. Ihre einzigartige Fähigkeit biophysikalische Eigenschaften zu messen und in verschiedenen Maßstabsebenen sowie zu unterschiedlichen Zeitpunkten flächendeckende Aufnahmen von raumübergreifenden Phänomenen zu machen, wird seit über 30 Jahren zur Sammlung von synoptischen, quantifizierbaren Informationen über den Zustand der Erdoberfläche genutzt (Ehlers 1997, Hochschild 2003, Menz 1998). Beispiele für die wissenschaftliche Nutzung von Satellitenbilddaten sind die Überwachung naturräumlicher Veränderungen an Land (z.B. Vegetationsmonitoring, Städtewachstum, Überwachung landwirtschaftlicher Nutzflächen) wie im Meer (Überwachung von Wassertemperaturen, Algenkolonien, Eisbergen etc.). Mit Satellitenbildern lassen sich die Zugbahnen von Wirbelstürmen erkennen, außerdem sind sie wichtige Datengrundlage für Katastrophenhilfen nach Naturkatastrophen.

Fernerkundungsdaten und somit Satellitenbilder tragen indirekt zu Entscheidungen bei, die unser Leben beeinflussen können. Damit zeigt sich die große Bedeutung dieser Geoinformationstechnologien, die zu den Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts zählen. Doch nicht nur im Sinne einer Wissenschaftsorientierung ergibt sich die Forderung des Einsatzes der Satellitenbilder im Unterricht, auch unter fachdidaktischen Gesichtspunkten können sie helfen, vielfältige geographische Sachverhalte zu analysieren.

4.1 Didaktisches Potenzial von Satellitenbildern

„Für uns ist es ungewohnt, überraschend, reizvoll und faszinierend, unsere Erde durch die neuen Möglichkeiten der Wirklichkeitsanschauung zu sehen, wie sie Satellitenbilder bieten“ (Brucker 1981: 2).

Dieses Zitat von vor 30 Jahren trifft auch heute noch den Kern des didaktischen Potenzials dieser Bilder. Die gewohnte menschliche Blickbegrenzung wird durch die Perspektive von oben erweitert, erdräumliche Strukturen, die Erde als Ganzes auf einmal sichtbar. Satellitenbilder schaffen so ein „Geoskop“ (Hassenpflug 1996b, d, 1999, Kestler 2002), einen synoptischen Überblick über unsere Erde als Organismus. Sie zeigen die Gesamtheit der an der Erdoberfläche sichtbaren Phänomene und geben bildhafte Einblicke in globale dynamische Zusammenhänge und Funktionsabläufe. So erhalten wir auch Einblicke in schwer zugängliche Gebiete, unabhängig von politischen Einflüssen und können Daten bildhaft darstellen, für die bisher keine flächenhaften weltweiten Informationen vorlagen (Asendorf 2006, Bär 1977, Breitbach 1996a, Brucker 1975, 1976, 2006, Geiger 1979, Gerber & Reuschenbach 2005, Hassenpflug 1996c, d, Siegmund & Menz 2005, Theißen 1986, Wieczorek 1997).

Diese neue Dimension des Überblicks, die Anschaulichkeit der Satellitenbilder weckt bei Schülern Neugier, Interesse und verbesserte Konzentrationsleistungen (Gerber & Reuschenbach 2005). Die Bilder faszinieren, überraschen, sprechen uns emotional an und motivieren. Der „Hauch von Weltraum“ (Reuschenbach 2009) ist reizvoll und ansprechend. Die anschaulichen unmittelbaren Bilder lassen den Planeten lebendig werden. Sie schöpfen ihre eigene Faszination aus der ungewohnten Perspektive und Farbgebung, sie erreichen eine andere Ebene der Realität (Bachmann & Möller 1995, Brucker 1976, 1981, Gerber & Reuschenbach 2005, Hassenpflug 1996c, d, Kestler 2002, Pietrusky 1986, Siegmund & Menz 2005, Sperling 1969, Weiffen 1995). Auch eine internationale Studie zur Verbreitung von Satellitenbildern im Unterricht bestätigt das hohe Interesse der Schüler an solchen Bildern. In allen befragten Ländern lag das Interesse der Schüler an Satellitenbildern über 70% (in Deutschland bei 76%, n=433)(Siegmund 2010).

Satellitenbilder stellen eine primäre Informationsquelle dar, die objektive Rauminformationen bzw. unbearbeitete, unmittelbare Bilder der Erdoberfläche zeigen. Solche realen Abbilder fördern neben einer hohen Motivation auch die Unabhängigkeit der Schüler und ihre Kritikfähigkeit. Als primäre Daten sind Satellitenbilder nicht interessenbezogen konstruiert, manipuliert oder didaktisch reduziert wie (alle) Kartendarstellungen oder Lernmaterialien. Die Schüler können sich ein eigenes Bild von der Realität machen, stehen Karten oder anderen Informationsquellen nicht mehr ohnmächtig gegenüber, sondern können diese bewerten lernen und Behauptungen oder Verfälschungen erkennen (Bachmann & Möller 1995, Bludau-Hary et al. 1995, Brucker 1975, 2006, Gerber & Reuschenbach 2005, Hassenpflug 1996a, d, 1999, Haversath 1981a, Hill et al. 2002, Kestler 2002, Reuschenbach 2006, Schneider 1969, Siegmund & Wolf 2006, Theißen 1986). Allerdings kann diese Informationsfülle u. U. auch Schwierigkeiten mit sich bringen (vgl. Kap. 4.3).

Heute erzeugen eine Vielzahl an Erdbeobachtungssatelliten kontinuierlich und systematisch neue Daten über den Zustand der Erdoberfläche. Dadurch entsteht eine große Datenfülle an historischen und aktuellen Momentaufnahmen des globalen Landschaftszustandes,

die sich hinsichtlich ihrer Aufnahmeverfahren sehr unterschiedlich gestalten (Brucker 2006, Gerber & Reuschenbach 2005, Hassenpflug 1996b, d, Jürgens 2003, Schneider 1969). Das räumliche Auflösungsvermögen kann zwischen grob- (großräumiger Überblick), mittel- und hochauflösend (sehr detailliert) variieren. Auf verschiedenen Maßstabsebenen wird die Erdoberfläche in sog. Pixeln, d. h. Bildpunkten erfasst und damit technisch generalisiert. Grobe Auflösungen (1 Pixel etwa 1km lang/breit) über einen größeren Raum verlieren dabei automatisch an Detailreichtum, hochauflösende Satellitenbilder (1 Pixel etwa 15cm lang/breit) hingegen können nur einen relativ kleinen räumlichen Ausschnitt aufnehmen (Albertz 2007, Hassenpflug 1996b, d, Menz 1998).

In zeitlicher Hinsicht lassen sich durch die kontinuierliche Datenerfassung kurz- und langfristige Vergleiche anstellen. Damit dokumentieren Satelliten die Dynamik des Landschaftswandels. Atmosphärische, jahreszeitliche, phänologische Phänomene sowie länger andauernde Veränderungen wie Degradationserscheinungen, Rodung von Wäldern oder das Wachstum von Städten werden sichtbar. Dieses dynamische Element macht aktuelle Satellitenbilder gegenüber statischen Karten für den Einsatz im Unterricht interessant (Bludau-Hary et al. 1995, Brucker 1981, 2006, Gerber & Reuschenbach 2005, Hassenpflug 1996b, d, Jürgens 2003).

Doch nicht nur die räumliche und zeitliche Auflösung variiert bei Satellitenbildern. Durch eine Vielzahl an Sensorsystemen können Aufnahmen unterschiedliche spektrale Auflösungen aufweisen. Die spektrale Auflösung bezeichnet die mögliche Bandbreite an gemessener Strahlung im elektromagnetischen Spektrum, die zwischen wenigen und einigen Hundert sogenannter „Kanäle“ liegen kann. Satellitensensoren können in Spektralbereichen des sichtbaren Lichts (für uns Menschen sichtbarer Bereich der elektromagnetischen Strahlung) und den unsichtbaren Bereichen wie Ultraviolett, Infrarot, Thermalstrahlung oder Mikrowellen aufzeichnen. Dabei entstehen mehrdimensionale physikalisch gemessene Daten, die Erscheinungen sichtbar machen können, die für das menschliche Auge bisher nicht wahrnehmbar waren. Die Daten können als Satellitenbilder in den unterschiedlichsten Kanalkombinationen visualisiert werden, indem immer drei gemessene Kanäle den drei Grundfarben rot, grün und blau (RGB) zugeordnet werden. Bekannt sind vor allem Echtfarbandarstellungen, die einen Raumausschnitt in natürlichen Farben, ähnlich einer Fotografie aus dem All und wie z.B. in Google Earth eingesetzt, abbilden. Von den weiteren möglichen Kombinationen der aufgenommenen Kanäle entstehen fast beliebig viele sog. „Falschfarbenbilder“. Die Bilder sind auf den ersten Blick sehr ungewohnt, stellen sie Vegetation beispielsweise durch die Einbindung des nahen Infrarot-Spektralbereichs in roten Farben dar. Doch genau diese unnatürlichen Farbkombinationen machen die Bilder nicht nur für wissenschaftliche Landnutzungsanalysen, sondern auch für einen Einsatz im Unterricht interessant und wertvoll (Bludau-Hary et al. 1995, Brassel 1997, Brucker 2006, Gerber & Reuschenbach 2005, Hassenpflug 1996b, Jürgens 2003, Theißen 1986).

Eine weitere Eigenschaft der Satellitenbilder ist ihre uncodierte Abbildung der Realität. Karten generalisieren die Wirklichkeit, setzen Symbole, Signaturen und Beschriftungen ein, um einen Raum zu beschreiben. Satellitenbilder hingegen bilden Reflektions- und Emissionswerte ab, die zwar durch eine global standardisierte Datenerfassung universal lesbar sind, deren Bedeutung jedoch erst zugewiesen werden muss (Brucker 2006, Hassenpflug 1996b,

Gerber & Reuschenbach 2005). Im Unterricht besteht der pädagogische Wert von Satellitenbildern darin, dass ein Bild *„nicht einfach ‚lesbar‘ ist, denn im Gegensatz zur Karte fehlt ihm die Legende.“* (Ernst 1969: 80). Die Interpretation verlangt eine hohes Abstraktionsvermögen, eine geistige Anstrengung, ein Erlernen des richtigen Umgangs mit *„unstrukturierter Wirklichkeit“* (Hassenpflug 1999: 186, Ernst 1969).

Diese Komplexität der Satellitenbilder trägt neben ihrer hohen Aktualität und faszinierenden hochwertigen Technik zur Förderung vielfältiger Kompetenzen bei. Neben der Förderung des räumlichen Vorstellungsvermögens oder der Orientierung im Raum werden methodische Fähigkeiten im Umgang mit diesen Bildern geschult. Satellitenbilder als Teil der neuen Medien im Geographieunterricht tragen außerdem zu Förderung der informationstechnischen Grundbildung sowie einer Medienkompetenz bzw. Bildkompetenz bei (vgl. auch Kap. 2.2 & 2.3) (Bludau-Hary et al. 1995, Hassenpflug 1996d, Haversath 1981a, Koch & Neckel 2001, Reuschenbach 2006, Siegmund 2002, Siegmund & Menz 2005, Siegmund & Wolf 2006, Theißen 1986, Voß et al. 2007). Als neue, moderne, geographische Arbeitsweise kann das Satellitenbild in Ergänzung zur Karte als bildhafte Informationsquelle als sinnvolle Bereicherung der Medienvariation und des Geographieunterrichts allgemein fungieren (Bachmann & Möller 1995, Brucker 1976, Haversath 1981a, Kestler 2002, Siegmund & Wolf 2006).

Satellitenbilder in Kombination mit der menschlichen Wahrnehmung führen auch im Unterricht zu *„faszinierenden, aber auch verwirrenden, überaus komplexen multiperspektivischen, multidimensionalen, multispektralen und multitemporalen Formen eines Informationsangebotes“* (Hassenpflug 1996d: 4), das es zu nutzen gilt. Durch den didaktisch motivierten Einsatz solcher Bilder kann die Effizienz des Unterrichts gesteigert werden und zu einem zeitgemäßen Geographieunterricht beitragen (Haversath 1981b, Siegmund & Menz 2005). Die Visualisierung räumlicher Wechselwirkungen und Veränderungen in Satellitenbildern lässt ein vertieftes Verständnis der Erde und unserer Umwelt als komplexes System zu. Die *„Bilder aus dem All“* fördern ein Denken in räumlichen und inhaltlichen Zusammenhängen. Sie können zu unvermuteten Einsichten der Schüler führen und vertiefen die Auseinandersetzung mit unserer lokalen wie globalen Umwelt (Bludau-Hary et al. 1995, Breitbach 1996a, Brucker 1981, Hassenpflug 1996c). Satellitenbilder bilden somit einen *„Schlüssel zum Verständnis der Erde als geschlossenes ökologisches System“* (Brucker 2006: 178).

4.2 Verbreitung von Satellitenbildern im Unterricht

„Heute sind Satellitenbilder aus keinem Unterricht mehr wegzudenken.“ (Köhler 1986: 63).

Ist das wirklich so? Leider muss man die Aussage auch 25 Jahre später noch bezweifeln. Eine internationale Studie zum Einsatz von Satellitenbildern im (Geographie-)Unterricht (Siegmund 2010) zeigt, dass dieses Medium in Deutschland bei 830 befragten Jugendlichen (zwischen 10 und 17 Jahren) nur in etwas mehr als der Hälfte (53,5%) der befragten Schulklassen eingesetzt wurde. Auch weitere geographiedidaktische Publikationen bestätigen die schrittweise, meist zögerliche Nutzung von Satellitenbildern und ihren geringen Stellenwert im Unterricht (Gerber & Reuschenbach 2005, Hassenpflug 1999, Haubrich 1998, Kestler 2002, Neumann-Mayer 2005, Reuschenbach 2006, Siegmund & Menz 2005).

Hauptschule Geographie im Fächerverbund WZG (Welt - Zeit - Gesellschaft)	Realschule Geographie im Fächerverbund EWG (Erdkunde - Wirtschaftskunde - Gemeinschaftskunde)	Gymnasium Geographie im Fächerverbund GWG (Geographie - Wirtschaft - Gemeinschaftskunde)
„... Vermittlung fachlicher Grundlagen und fachspezifischer Methoden unverzichtbar.“ „Die Schülerinnen und Schüler gewinnen Informationen aus kontinuierlichen und nicht-kontinuierlichen Texten.“ (S. 135)	„Im Fächerverbund werden sowohl fachspezifische als auch fachübergreifende methodische Kompetenzen vermittelt.“ „Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, sich mit kontinuierlichen und insbesondere nicht-kontinuierlichen Texten auseinander zu setzen.“ (S. 117)	Klasse 8/10: „Die Schülerinnen und Schüler können [...] Satellitenbilder auswerten.“ (S. 241/242) Sek II: „Die Schülerinnen und Schüler können Informationen aus [...] Satellitenbildern gewinnen, interpretieren, bearbeiten, dokumentieren, beurteilen und präsentieren.“ (S. 243) „... anhand von Wetterkarten und Satellitenbildern Wetterlagen analysieren und Wetterprognosen erstellen.“ (S. 246)

Tab. 4.1: Die unterschiedliche Einbindung von Satellitenbildern in die Bildungspläne am Beispiel von Baden-Württemberg (Quelle: eigene Darstellung, verändert nach Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg 2004a, b, c)

Klein (2007) untersuchte in ihrer Studie zu Geomedienkompetenzen auch das Interesse der Schüler und die Einsatzhäufigkeiten von Luft- und Satellitenbildern im Geographieunterricht. Auf einer Skala von 1 (interessiert mich nicht) bis 5 (interessiert mich sehr) liegt der Wert für diese Bilder bei 3,31 (der Wert für Bilder/Fotos allgemein liegt im Vergleich bei 3,9). Einem hohen bis mittleren Interesse der Schüler an Luft- und Satellitenbildern steht hingegen ein niedriger Wert ihres Einsatzes in der Schule gegenüber. Auf einer Spanne von 1 (nie) bis 5 (jede Stunde) rangieren die „Bilder von oben“ mit 1,95 auf dem fünft letzten Platz (vor Computerlernprogrammen, originalen Gegenständen, GIS sowie Animationen) (Klein 2007).

Durch die zunehmende Bedeutung der Fernerkundung und den alltäglichen Gebrauch von Satellitenbildern in Wissenschaft und Öffentlichkeit wird der Einsatz dieser Bilder und Daten immer häufiger in Lehr- und Bildungsplänen vieler Bundesländer vorgeschrieben. So werden diese auch explizit in den nationalen Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss genannt (Bayrisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus 2004, Deutsche Gesellschaft für Geographie 2006, Hessisches Kultusministerium 2008, Kultusministerkonferenz 2005, Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg 2004a).

Im Bildungsplan für Gymnasien in Baden-Württemberg wird beispielsweise die Nutzung von Satellitenbildern schon in der Sekundarstufe I erwartet. Dort heißt es „die Schüler können [...] Wetterkarten und Satellitenbilder auswerten“ (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg 2004a: 242). In der Kursstufe werden Satellitenbilder in verschiedenen Themenbereichen differenzierter aufgelistet. In den Bildungsplänen für Haupt- und Realschulen in Baden-Württemberg erfolgt jedoch keine explizite Nennung von Satellitenbildern (vgl. auch Tab. 4.1). Methodisch kann der Einsatz dieser Bilder aber in beide Bildungs-

pläne interpretiert werden. Für Hauptschulen bzw. die Werkrealschule wird beispielsweise auf „*unverzichtbare fachspezifische Methoden*“ verwiesen (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg 2004b: 135). Im Bildungsplan der Realschule heißt es, dass „*sowohl fachspezifische als auch fachübergreifende methodische Kompetenzen*“ vermittelt werden sollen (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg 2004c: 117). Für einen detaillierten Überblick über die Einbindung von Satellitenbildern in die Bildungspläne der einzelnen Bundesländer vgl. Siegmund 2010.

4.3 Schwierigkeiten bei der Nutzung von Satellitenbildern

„Fernerkundung ist im Geographieunterricht aus verschiedenen Gründen noch weit weniger verbreitet als es ihrem pädagogischen Wert entspricht.“ (Hassenpflug 1999: 186f).

Dies liegt zum Teil an Schwierigkeiten in ihrer Anwendung, trotz des vielseitigen und enormen Potenzials von Satellitenbildern im Unterricht. Der Vorteil der Vielfalt in Sachen räumlicher, zeitlicher sowie spektraler Auflösung kann sich problematisch gestalten, vor allem in unteren Klassenstufen (Breitbach 1996a, Frömel 1981).

Die sogenannten Falschfarbenbilder mit ihrer ungewohnten Farbgebung verlangen ein hohes Abstraktionsvermögen, eine Änderung bzw. Anpassung der üblichen Sehgewohnheiten von den Schülern (Brucker 1975, Pietrusky 1986, Reuschenbach 2009). Sie müssen lernen umzudenken und offen sein für die unnatürliche Farbzuoordnung von z.B. rot für die „normalerweise“ grüne Vegetation. Um dies auch in unteren Klassen schon in Ansätzen umsetzen zu können, sollten die Schüler mit Farbzuoordnungen, Erklärungen über das Zustandekommen dieser „falschen Farben“ und Zusatzinformationen ausgestattet werden. Damit kann der Einsatz von Falschfarbenbildern auch schon zu Beginn der Sekundarstufe I gelingen (Neumann-Mayer 2005). Einen Einfluss auf die erschwerte Erkennung von Falschfarben könnte auch eine Rot-Grün-Sehschwäche haben.

Die Informationsfülle in Satellitenbildern, die „*ungewohnte, einmalige, alle Einzelheiten zeigende Momentaufnahme*“ (Frömel 1981: 17), kann ebenfalls zu einer Überforderung der Schüler beitragen. Satellitenbilder enthalten im Gegensatz zu Karten weitaus mehr, objektive und nicht generalisierte Informationen, gleichzeitig fehlen ihnen aber Beschriftungen, Namen, Zahlen oder andere Erklärungen wie Legende, Maßstab, Nordpfeil etc. Diese Komplexität kann meist nicht im Rahmen des Unterrichts vollständig aufgelöst werden. Mehrdeutigkeiten in den Aufnahmen lassen weitere Fehler wie Überinterpretation, Überdidaktisierung (zu hohe Lernziele) oder die Zuweisung falscher Eindeutigkeiten entstehen (Breitbach 1996a, Brucker 1976, Gerber & Reuschenbach 2005, Hassenpflug 1996a).

Nicht nur die Satellitenbilder an sich bergen gewisse Risiken in ihrer Anwendung im Unterricht, auch die Lehrer müssen sich zunächst in die Leistungsfähigkeit und die Grenzen des visuellen Mediums einarbeiten. Ein potenziell erfolgreicher Einsatz von Satellitenbildern im Unterricht erfordert ein entsprechendes fachliches wie methodisches Hintergrundwissen. Oft ist dieses Wissen nicht vorhanden, es bestehen gewisse Unsicherheiten und fehlende Vertrautheit im Umgang mit Satellitenbildern, da diese Fähigkeiten meist nicht in der Ausbildung erworben wurden. Teilweise muss außerdem gewisser Aufwand betrieben werden,

um geeignete Bildmaterialien zu beschaffen, damit sie im Unterricht gewinnbringend eingesetzt werden können (Ante & Busche 1979, Brucker 1975, Gerber & Reuschenbach 2005, Köhler 1986, Popp 1979, Siegmund 2010).

Entwicklung und Überprüfung eines Kompetenzstrukturmodells

Theoriegeleitete Entwicklung eines Kompetenzstrukturmodells der Satellitenbild-Lesekompetenz

Der theoriegeleiteten Entwicklung des Kompetenzstrukturmodells liegt die oft als Referenz zitierte Kompetenzdefinition von Weinert (2001) zugrunde (vgl. Kap. 2). Die in dieser Arbeit entwickelte Definition konzentriert sich jedoch wie z. B. die des BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards (Klieme 2007) und anderer empirischer Untersuchungen auf fachbezogene, kognitive Leistungsbe-
reiche. Die weiteren Faktoren der Kompetenzdefinition wie Motivation, Handlungsbezug oder soziale Faktoren werden aufgrund schwieriger empirischer Überprüfbarkeit nicht mit einbezogen (vgl. auch Hartig 2009, Jude et al. 2009, Klieme 2004).

Die Satellitenbild-Lesekompetenz wird daher in dieser Arbeit wie folgt definiert: durch die beim Individuum verfügbaren oder erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, wesentliche Elemente in Satellitenbildern (Echt- und Falschfarben-Satellitenbilder) der Erdoberfläche zu erkennen, ihre Beziehungen zueinander zu beschreiben, sowie den Aussagewert (Potenziale und Grenzen) von Satellitenbildern zu erkennen und zu beurteilen.

Diese Arbeit stellt einen Beitrag zur Entwicklung von Kompetenzstrukturmodellen in der Geographiedidaktik dar und kann den Kompetenzbereichen der „*Erkenntnisgewinnung/Methoden*“ sowie der „*Beurteilung/Bewertung*“ der DGfG (vgl. Kap. 2.1) zugeordnet werden (Deutsche Gesellschaft für Geographie 2008). Da die Entwicklung von Kompetenzstrukturmodellen in der Geographiedidaktik noch am Beginn steht, wird hier erstmals ein Kompetenzstrukturmodell der Satellitenbild-Lesekompetenz theoriegeleitet entwickelt.

5.1 Herleitung eines Kompetenzstrukturmodells

Das normative Kompetenzstrukturmodell der Satellitenbild-Lesekompetenz wird sowohl überfachlich als auch fachspezifisch theoriebasiert entwickelt. Vorlagen für die Entwicklung der Dimensionalität und der Stufung des Modells sind vielfältige theoretische und empirische Arbeiten aus den unterschiedlichen Bereichen der Kompetenzforschung wie die (geographische) Methoden- und Medienkompetenz oder die Lesekompetenz nach PISA (vgl. Kap. 2), psychologische Modelle des Bildverstehens und Arbeiten zu Bildern und Satellitenbildern im Unterricht (vgl. Kap. 3 & 4).

5.1.1 Entwicklung der Dimensionalität des Modells

Grundlagen für die Entwicklung der Dimensionalität des Kompetenzstrukturmodells der Satellitenbild-Lesekompetenz sind vielfältige theoretische und empirische Arbeiten aus unterschiedlichen Fachbereichen. Direkte Anleihen für die Struktur des Modells werden beispielsweise aus dem Kompetenzbereichen Methoden-, Medien- und Lesekompetenz übernommen. Alle entscheidenden Vorlagen für die Einteilung der Dimensionalität des Modells sind in Tabelle 5.1 überblicksartig zusammengestellt. Diese werden im Folgenden näher erläutert.

Aus dem Bereich der Kompetenzforschung sind insbesondere die (geographische) Methoden- und Medienkompetenz für das neu entwickelte Modell wichtig. Beide Kompetenzen (vgl. Kap. 2.2 & 2.3) liegen dabei sehr nah beieinander, da Satellitenbilddauswertung auf der einen Seite als Methode und Satellitenbilder in ihrer visuellen Repräsentation auf der anderen Seite als wichtiges Medium in der Geographiedidaktik verankert sind. Innerhalb beider Kompetenzbereiche folgt auf eine Verarbeitung der Informationsquelle die Beschreibung, Auswertung und Interpretation relevanter (geographischer) Informationen. Daran schließt sich in beiden Bereichen die reflektierte, kriteriengestützte Bewertung und Beurteilung der Informationen sowie der Quelle an. Innerhalb der Methodenkompetenz folgen anschließend die Anwendung, Präsentation und Dokumentation der Ergebnisse (Deutsche Gesellschaft für Geographie 2002, 2008, Falk 2003, Flath & Krause 1996, Haubrich 1998, 2001, 2002, Hemmer & Hemmer 2007, Hoffmann 2004, Maier 1998, Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg 2004a, Schallhorn 2004, Wagner 2000).

Aus diesen beiden Ansätzen kann das Erkennen, Beschreiben und Interpretieren von relevanten Informationen in einem Modell der Satellitenbild-Lesekompetenz eine gemeinsame Dimension bilden. Auf Satellitenbilder übertragen kann die Methoden- und Medienkompetenz das Erkennen von räumlichen Strukturen, Flächen, Mustern usw., deren Beschreibung und Interpretation bedeuten. Ein landwirtschaftlich geprägter Satellitenbilddausschnitt von Baden-Württemberg enthält beispielsweise viele kleinstrukturierte Muster und Formen unterschiedlicher Farben, die sich als Anbauflächen, Städte, Seen oder Waldflächen interpretieren lassen. Dabei geht dem Interpretieren immer das Erkennen der Formen bzw. Strukturen voraus. Die Schritte „*Erkennen, Beschreiben und Interpretieren*“ der beiden Kompetenzbereiche Methoden- und Medienkompetenz können daher bei der Strukturierung einer Satellitenbild-Lesekompetenz in einer Dimension zusammengefasst werden.

In einem zweiten Schritt kann das analysierte Bild in seiner Darstellung, z.B. die Farbgebung oder der gewählte Raumausschnitt nach bestimmten Kriterien beurteilt werden. Es kann z.B. für das Erkennen von Wasserflächen eine optimale Farbgebung des Satellitenbildes ausgewählt werden oder versucht werden, verschiedene Anbaufrüchte zu unterscheiden. Diese „*Darstellung und Beurteilung*“ der Informationen kann den Grundstein für eine zweite Dimension des normativen Modells der Satellitenbild-Lesekompetenz bilden.

Die weiteren Inhalte der geographischen Methodenkompetenz wie die Anwendung, Präsentation und Dokumentation der Analyseschritte finden im Modell der Satellitenbild-Lesekompetenz keine Entsprechung. Das Modell will ausschließlich die Kompetenzen im

Vorlage	Dimension 1: Natürliches und indikatorisches Bildverstehen		Dimension 2: Darstellen und Beurteilen des Aussagewertes		Weitere Inhalte
	Erkennen & Beschreiben	Interpretieren	Generalisieren & Skizzieren	Möglichkeiten & Grenzen einschätzen	
Methodenkompetenz	Verarbeitung der Quellen zur Informationsbeschaffung	Auswertung und Interpretation der Informationen	Darstellung	Reflektierte Bewertung der Information/Quelle	Anwendung, Präsentation, Dokumentation
Medienkompetenz	Relevante geogr. Informationen beschreiben	Relevante geogr. Informationen auswerten		Kriterien-gestützt Informationen beurteilen	
Lesekompetenz nach PISA	Primär textinterne Informationen nutzen		Externes Wissen heranziehen		
	Informationen ermitteln	Textbezogenes Interpretieren	Reflektieren und Bewerten		
Psychologisches Modell des Bildverstehens nach Weidenmann	Natürliches/ökologisches Bildverstehen: Erkennen	Indikatorisches Bildverstehen: Interpretieren			
Visual literacy	Kommunikation mit visuellen Symbolen interpretieren			Visuelle Informationen in visuellen Medien erfassen und bewerten	Bildhaftes in verbale Sprache übersetzen und umgekehrt
	Relevante Bildinformation lesen	Gegenstände erkennen und interpretieren			Visuelle Symbole selbst herstellen
Drei-Stufen-Modell nach Panofsky	Vorikonographische Beschreibung: Erkennen - Ikonographische Analyse: Klassifizierung - Ikonologische Interpretation: Deutung				
Schritte bei der Analyse von Satellitenbildern	Beschreibung	Interpretation	Nachzeichnen wichtiger Rauminformationen	Beurteilen des Bildinhalts	Darstellen der Auswertungsergebnisse

Tab. 5.1: Grundlagen für ein Kompetenzstrukturmodell der Satellitenbild-Lesekompetenz (Quellen: Albertz 2007, Artelt et al. 2004, Artelt 2005, Bär 1977, Breitbach 1996a, Brucker 1976, Deutsche Gesellschaft für Geographie 2008, Ernst 1969, Falk 2003, Flath & Krause 1996, Frömel 1981, Fricke & Vögler 1969, Geiger 1986, Gerber & Reuschenbach 2005, Haubrich 2001, Hemmer & Hemmer 2007, Hoffmann 2004, Kestler 2002, Köck & Stonjek 2005, Maier 1998, OECD 2002, Panofsky 1979, Pettersson 1994, Pietrusky 1986, Popp 1979, Reuschenbach 2006, Schallhorn 2004, Siegmund & Menz 2005, Theißen 1986, Wagner 2000, Weidenmann 1988)

Umgang mit Satellitenbildern abprüfen und nicht weitere Fähigkeiten wie beispielsweise Kommunikations- und Präsentationskompetenzen testen (vgl. Tab. 5.1).

Die Konzeption der Lesekompetenz im Rahmen der PISA-Studien ist ebenfalls eine grundlegende theoretische Vorlage für das Kompetenzstrukturmodell der Satellitenbild-Lesekompetenz (vgl. Kap. 2.4). In die PISA-Studien der Lesekompetenz werden explizit auch nicht-kontinuierliche Texte aufgenommen und ermöglicht damit eine weitere Übertragbarkeit auf Satellitenbilder. Das Kompetenzmodell der Lesekompetenz in PISA besteht aus drei Komponenten, wobei die ersten beiden Dimensionen „*Informationen ermitteln*“ und „*Textbezogenes Interpretieren*“ sich primär auf textinterne Informationen beziehen. Für die dritte Dimension „*Reflektieren und Bewerten*“ muss zudem externes Wissen herangezogen werden (vgl. Kap. 2.4).

Im hier vorliegenden Modell der Satellitenbild-Lesekompetenz können die ersten beiden Dimensionen der Lesekompetenz „*Informationen ermitteln*“ und „*Textbezogenes Interpretieren*“ zu einer gemeinsamen Dimension zusammengefasst werden, da insbesondere bei Satellitenbildern eine stärkere Abhängigkeit zwischen dem Erkennen und Interpretieren von Bildstrukturen besteht. Nur die Strukturen, die erkannt werden, können auch für weitere Auswertungsschritte wie z.B. das Interpretieren genutzt werden. Zudem wird das Erkennen von Merkmalen, Mustern oder Strukturen in Bildern verbal automatisch als bekannte Landbedeckung interpretiert, so dass bei Bildern eine analytische Trennung der Schritte „*Erkennen*“ und „*Interpretieren*“ wie in schriftlichen Texten nicht möglich ist. Erkennt eine Person beispielsweise eine größere, grüne homogene Fläche in einem Echtfarben-Satellitenbild, wird diese mit hoher Wahrscheinlichkeit sofort die Interpretation, es handle sich um „*Wald*“, nennen, bevor sie von einer „*grünen, homogenen Fläche*“ spricht. Diese schnelle verbale Übersetzung und Interpretation von bildlichen Darstellungen findet nahezu automatisch statt.

Die dritte Dimension „*Reflektieren und Bewerten*“ der PISA-Lesekompetenz kann auch für Satellitenbilder in ihren Grundzügen beibehalten werden, da auch beim Bewerten von Satellitenbildern externes Wissen herangezogen oder bisherige Erfahrungen mit diesen Bildern in die Lösung der Aufgaben miteinbezogen werden müssen. Ohne bisherige Erfahrungen beispielsweise mit Falschfarben-Satellitenbildern ist es schwer zu beurteilen, ob bestimmte Farbgebungen bei Satellitenbildern eine Unterscheidung von Echt- und Kunstrasenflächen zulassen.

Weidenmann (1988) unterscheidet in seinem psychologischen Modell des Bildverstehens zwei aufeinander aufbauende Arten des Bildverstehens, „*natürliches bzw. ökologisches Bildverstehen*“ und „*indikatorisches Bildverstehen*“ (vgl. Kap. 3.2). Während des ersten Bildverstehens, auch Bildverstehen erster Ordnung genannt, erkennt der Betrachter aufgrund seiner Erfahrung mit der natürlichen Umwelt Objekte, Farben und Strukturen. Das indikatorische Bildverstehen geht über das reine Erkennen hinaus und zielt auf eine Entschlüsselung des Bildes. Auf die Analyse von Satellitenbildern übertragen bedeutet dies, dass nach einem Erkennen der Form, Farbe, Struktur etc. eine Interpretation der Flächen, Punkte oder Linien mit gleichen Merkmalen (Stadt, Wald, Straße etc.) als indikatorisches Verstehen vollzogen werden muss. Da beide Vorgänge eng miteinander verknüpft sind (vgl. oben), können

sie im Strukturmodell der Satellitenbild-Lesekompetenz zu einer gemeinsamen Dimension zusammengefasst werden.

Weidenmann trennt die beiden Verstehensarten „*natürliches*“ und „*indikatorisches Bildverstehen*“ analytisch, da er z.B. auch die Interpretation von Gemälden in sein psychologischen Modell integriert. Auf einem Gemälde kann eine Blume dargestellt sein, die durch das natürliche Bildverstehen leicht als solche erkannt wird. Dass diese Blume in der Zeit der Entstehung des Gemäldes oder in dem Genre des Künstlers als Symbol für die Verletzlichkeit der Natur oder die Romantisierung der natürlichen Welt dient, kann nur durch erlerntes indikatorisches Bildverstehen erkannt werden. Bei Satellitenbildern handelt es sich hingegen um systematisch von Sensoren aufgezeichnete und durch Computerprogramme visualisierte Darstellungen (meist) der Erdoberfläche, die ohne Intention eines „*Autors*“ verfremdet oder bewusst gestaltet werden. Ausnahmen bilden die bewusste Gestaltung der Farbgebung, die Wahl der räumlichen Auflösungen des Satellitenbildes bzw. des Sensors oder der gezeigte räumliche Ausschnitt. Daher bilden beide Verstehensarten des Bildverstehens von Weidenmann eine Dimension des Kompetenzstrukturmodells der Satellitenbild-Lesekompetenz, sie geben dieser sogar ihren Namen: „*Natürliches und indikatorisches Bildverstehen*“ (vgl. Tab. 5.1).

Teilweise spielt auch die offizielle Definition der visual literacy eine Rolle bei der Ausarbeitung des Kompetenzstrukturmodells (vgl. Kap. 3.3). Aus der großen Gruppe visueller Kompetenzen ist die Interpretation der Kommunikation durch visuelle Symbole ein wichtiger weiterer Ansatz, um die erste Dimension des Kompetenzstrukturmodells zu definieren. Hierbei geht es um das „*Lesen Können*“ relevanter Informationen aus Bildern sowie das Erkennen und Interpretieren von Gegenständen (vgl. Kap. 3.3 und Tab. 5.1). Ähnlich wie die nicht auf visuelle Medien fokussierten Methoden-, Medien- und Lesekompetenzen wird hiermit das Erkennen und Interpretieren relevanter Bildinformationen angesprochen, das wie oben schon beschrieben, bei Satellitenbildern sehr eng miteinander verbunden ist und damit in eine gemeinsame Dimension eingebunden werden kann.

Sowohl das Erfassen als auch das Bewerten von Informationen aus visuellen Medien kann als weitere Komponente der visual literacy die Beschreibung einer zweiten Dimension der Satellitenbild-Lesekompetenz unterstützen. Im Rahmen des neuen Modells bezieht sich die Erfassung und Bewertung der Informationen natürlich ausschließlich auf Satellitenbildern.

Die weiteren Inhalte der visual literacy wie die Fähigkeit, Bildhaftes in Sprache zu übersetzen und umgekehrt sowie visuelle Symbole selbst herzustellen, werden im Modell nicht abgebildet. Eine solche aktive visuelle Kompetenz kann im Hinblick auf Satellitenbilder nicht stattfinden, da Satellitenbilder nicht wie Fotos, Collagen, Zeichnungen oder Gemälde selbst hergestellt werden können.

Mit dem Drei-Stufen-Modell von Panofsky (1979) werden Arbeiten aus der Kunstgeschichte für das Modell der Satellitenbild-Lesekompetenz genutzt. Die drei Stufen des Modells zur genaueren Beschreibung der Interpretation von Kunst definieren mit den anderen genannten Vorlagen (vgl. Tab. 5.1) zusammen die erste Dimension des Kompetenzstrukturmodells. Nach dem Erkennen in der vorikonographischen Beschreibung und der Klassifizierung eines Bildes in der ikonographischen Analyse vollzieht sich die ausführliche Deutung des Dar-

gestellten während der ikonologischen Interpretation (vgl. Kap. 3.4). Da diese drei Stufen als ein „*organischer*“, d. h. ein aufeinander aufbauender, integraler Prozess zu betrachten sind, können sie gemeinsam ebenfalls die erste Dimension des Kompetenzstrukturmodells der Satellitenbild-Lesekompetenz beschreiben.

Auch die didaktische Arbeit mit Satellitenbildern im (Geographie-)Unterricht liefert wichtige Anhaltspunkte für die Ausgestaltung des Kompetenzstrukturmodells (vgl. Kap. 3.5). Eine bewährte Abfolge von Schritten bei der Auswertung von Satellitenbildern stellt eine vorbereitende (Bildorientierung und -lokalierung, Bestimmung der Größenverhältnisse, Aufnahmezeitpunkt etc.) vor die eigentliche Bildauswertung. Darin folgt nach einer Beschreibung und Identifikation der erkannten Objekte die Interpretation des Bildinhaltes. Zur Bildinterpretation werden außerdem die Beurteilung des Bildinhaltes sowie das Nachzeichnen wichtiger Raumstrukturen gezählt. Der letzte Schritt umfasst mit der Darstellung von Auswertungsergebnissen vielfältige Formen wie verbale, kartographische oder schriftliche Präsentationen (Albertz 2007, Bär 1977, Breitbach 1996a, Brucker 1976, 1981, Ernst 1969, Frömel 1981, Fricke & Vögler 1969, Geiger 1986, Gerber & Reuschenbach 2005, Kestler 2002, Köck & Stonjek 2005, Pietrusky 1986, Popp 1979, Reuschenbach 2006, Siegmund & Menz 2005, Theißen 1986).

Die zentralen Schritte für die Auswertung von Satellitenbildern ergeben ebenfalls eine Vorlage für die Untergliederung des Kompetenzstrukturmodells. Dabei kann die sog. „*eigentliche Bildauswertung*“ (vgl. Tab. 3.1 in Kap. 3.5) nach ähnlichem Muster wie beispielsweise die geographische Methodenkompetenz aufgeteilt werden. Die Identifikation, Beschreibung und Interpretation von Bildinhalten können zur Definition der ersten Kompetenzdimension der Satellitenbild-Lesekompetenz beitragen. Diese Vorgänge sollten nicht getrennt voneinander betrachtet werden, da sie parallel in einer Art Iteration ablaufen. Die Beurteilung des Bildinhaltes und das „*Nachzeichnen wichtiger Raumstrukturen*“ können in eine weitere Dimension der Satellitenbild-Lesekompetenz integriert werden (vgl. Tab. 5.1). Das Nachzeichnen wichtiger Raumstrukturen entspricht einer Darstellung innerhalb der geographischen Methodenkompetenz. Die Auswahl wichtiger räumlicher Strukturen kann als erster Schritt zu einer Beurteilung des Bildinhaltes betrachtet werden, da die Wichtigkeit der Strukturen durch ihre Auswahl beurteilt wird. Folgerichtig schließen sich weitere Beurteilungen des Bildinhaltes innerhalb einer gemeinsamen Dimension an.

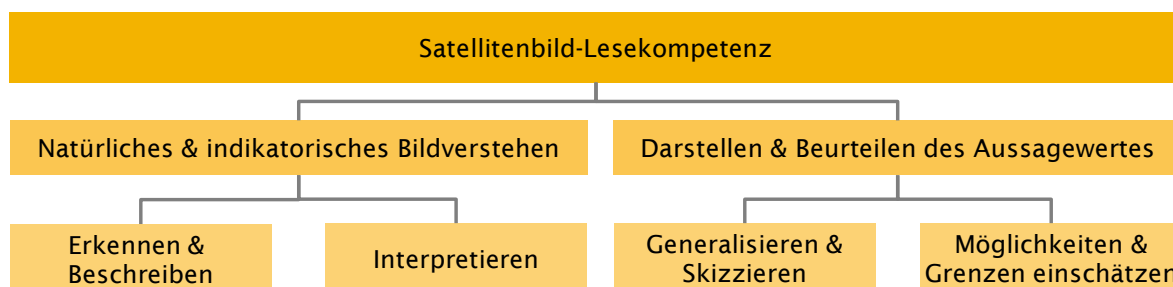


Abb. 5.1: Dimensionen des Kompetenzstrukturmodells der Satellitenbild-Lesekompetenz (Quelle: eigene Darstellung)

Alle vorgestellten theoretischen wie empirischen Vorlagen unterschiedlicher Fachrichtungen sind für die Strukturierung des Kompetenzstrukturmodells der Satellitenbild-Lesekompetenz entscheidend. Diese kann dadurch in die zwei Dimensionen „*Natürliches und indikatorisches Bildverstehen*“ sowie „*Darstellen und Beurteilen des Aussagewertes*“ gegliedert werden (vgl. Tab. 5.1). Abbildung 5.1 visualisiert nochmals diese zweidimensionale Struktur des Modells. Die erste Dimension „*Natürliches und indikatorischen Bildverstehen*“ umfasst das Erkennen, Beschreiben und die Interpretation des Satellitenbildinhaltes. In dieser Dimension sollen primär bildinterne Informationen wie beispielsweise Flächen, Muster und Strukturen von den Schülern genutzt werden. In der zweiten Dimension findet sich die Darstellung und Beurteilung des Aussagewertes von Satellitenbildern unterschiedlicher räumlicher, zeitlicher und spektraler Auflösung wieder. Neben den Fähigkeiten, wichtige Elemente aus Satellitenbildern zu generalisieren und zu skizzieren können Möglichkeiten und Grenzen dieser Bilder eingeschätzt werden. In dieser Dimension reicht die Kompetenz über das gezeigte Satellitenbild hinaus und bezieht externes Wissen bzw. Vorerfahrungen über Satellitenbilder wie z. B. Grenzen der Darstellungsform in das Kompetenzstrukturmodell mit ein.

5.1.2 Entwicklung der Stufung des Modells

Die Stufung der Kompetenz, Satellitenbilder lesen zu können, wird in Anlehnung an die Kompetenzmodellierung der Lesekompetenz in den PISA-Studien vorgenommen. Alle weiteren Ansätze, die Vorlage für die Strukturierung des Kompetenzmodells sind, besitzen keine Stufungen von Kompetenzen, so dass sie nur indirekt als Vorlage für eine Stufung der Satellitenbild-Lesekompetenz dienen können.

Aufgaben innerhalb einer Stufe der PISA-Lesekompetenz und einer Satellitenbild-Lesekompetenz entsprechen einem gewissen Kompetenzspektrum und damit einer ähnlichen Schwierigkeit. Personen, die auf einer mittleren Stufe liegen, können im Sinne einer Progression sehr wahrscheinlich auch alle Aufgaben in den darunter liegenden Stufen lösen. Schwierigere Aufgaben in höheren Stufen können mit einer hohen Wahrscheinlichkeit aber nicht gelöst werden (Artelt et al. 2004, Artelt 2005, OECD 2002).

Ähnlich wie bei der Kompetenzstufung der Lesekompetenz in PISA (vgl. Kap. 2.4) sollen in den unteren Stufen der ersten Kompetenzdimension „*Natürliches und indikatorisches Bildverstehen*“ mehrere Elemente auf einem gegebenen Satellitenbild erkannt und beschrieben werden. In folgenden höheren Stufen sollten nicht nur mehrere Elemente erkannt und beschrieben werden, sondern wesentlichen Elemente markiert und Zusammenhänge und Beziehungen der Elemente untereinander erkannt werden. In einer höchsten Stufe sollen diese Fähigkeiten im Vergleich mehrerer Bilder angewendet werden.

Grundsätzlich können Satellitenaufnahmen anhand ihrer unterschiedlichen räumlichen, zeitlichen und spektralen Auflösungen kategorisiert werden (vgl. Kap. 4.1). Für eine Stufung der Kompetenz, Satellitenbilder auswerten zu können, wird die spektrale Auflösung bzw. die Farbwahl der Satellitenbilder als entscheidend angesehen. Sogenannte Echtfarbener Bilder sind Schülern durch ihre alltägliche Wahrnehmung geläufiger und daher (wahrscheinlich) einfacher zu analysieren als ungewohnte Farbgebungen.

Stufe	Natürliches und indikatorisches Bildverstehen	Darstellen und Beurteilen des Aussagewertes
4	Im Bildvergleich in Echt- und Falschfarben-Satellitenbildern wesentliche Elemente und deren Bedeutung erkennen und beschreiben	Potenziale und Grenzen von Satellitenbildern erkennen und beurteilen
3	Im Sinne einer Gesamtorientierung in Echt- und Falschfarben-Satellitenbildern wesentliche Elemente und deren Bedeutung erkennen sowie deren Beziehungen beschreiben	Eignung von Satellitenbildern im Hinblick auf ihre Auflösung (räumlich wie spektral) auf Fragestellungen erkennen und beurteilen
2	In Falschfarben-Satellitenbildern Elemente und deren Bedeutung erkennen und beschreiben	Aus Falschfarben-Satellitenbildern Elemente selektieren, generalisieren und skizzieren
1	In Echtfarben-Satellitenbildern Elemente und deren Bedeutung erkennen und beschreiben	Aus Echtfarben-Satellitenbildern Elemente selektieren, generalisieren und skizzieren

Tab. 5.2: Das theoriegeleitete Kompetenzstrukturmodell der Satellitenbild-Lesekompetenz (Quelle: eigene Darstellung)

Durch mittlere bis hohe spektrale Auflösungen der Satellitensensoren und zur besseren Visualisierung bestimmter Sachverhalte sind sog. Falschfarben-Satellitenbilder in der geowissenschaftlichen Forschung weit verbreitet. Durch ihre „falschen“ Farbzuschreibungen verlangen diese Bilder eine Änderung der üblichen Sehgewohnheiten von den Schülern. Nach bisherigen Untersuchungen hatten 15- bis 16-Jährige kaum Kontakt mit solchen Aufnahmen, daher werden diese als schwieriger zu interpretieren betrachtet (Brucker 1975, Pietrusky 1986, Reuschenbach 2009, Siegmund 2010).

Dass Schüler bisher kaum Berührungspunkte mit (Falschfarben-) Satellitenbildern hatten, heißt nicht, dass diese für den Unterricht nicht als wertvoll erscheinen. Diese Aufnahmen werden explizit in das Kompetenzstrukturmodell aufgenommen, da sie neue Erkenntnisse und Zusammenhänge erkennen lassen, die mit Karten, Echtfarben-Satellitenbildern oder herkömmlichen Materialien (so) nicht möglich sind.

Innerhalb der ersten Dimension „*Natürliches und indikatorisches Bildverstehen*“ des Modells werden die beiden ersten Stufen daher durch die Unterscheidung zwischen Echtfarben- und Falschfarbendarstellungen abgegrenzt (vgl. Tab. 5.2). Ansonsten beinhalten beide das oben erläuterte Erkennen und Beschreiben von Elementen und deren Bedeutungen. Über diesen beiden Stufen liegt die Fähigkeit, wesentliche Elemente, deren Bedeutung sowie deren Beziehungen im Überblick zu beschreiben. Hierbei werden beide verwendeten Farbdarstellungen, d. h. Echt- und Falschfarben-Satellitenbilder zusammengefasst. Ebenfalls gemeinsam in der höchsten Stufe der ersten Dimension des Modells können aus beiden Farbgebungen wesentliche Elemente und deren Bedeutungen erkannt, beschrieben und im Bildvergleich angewendet werden (vgl. Tab. 5.2).

Die zweite Dimension „*Darstellen und Beurteilen des Aussagewertes*“ des Kompetenzstrukturmodells der Satellitenbild-Lesekompetenz kann inhaltlich horizontal zweigeteilt werden. Die beiden leichteren Stufen fassen die Darstellung von Satellitenbilddaten zusammen. Beide Stufen beschreiben die Fähigkeit, Elemente aus einem Satellitenbild auszuwählen, zu vereinfachen und in einer Skizze zusammenzufassen. Die Beschriftung der Stufen lautet demnach: „*Aus Satellitenbildern Elemente selektieren, generalisieren und skizzieren*“. Hier kann das „*Nachzeichnen wichtiger Rauminformationen*“ aus der Analyse von Satellitenbil-

dern (vgl. Kap. 3.5) direkt in das Kompetenzstrukturmodell integriert werden. Abgegrenzt werden die beiden unteren Stufen der Darstellung von Satellitenbildinhalten durch die Unterscheidung zwischen Echtfarben-Satellitenbildern in Stufe 1 und Falschfarbenbildern in Stufe 2 (vgl. Tab. 5.2).

Die darauf folgenden beiden Stufen beinhalten die Beurteilung des Aussagewertes von Satellitenbildern (vgl. Tab. 5.2). Die Darstellung von wichtigen Inhalten in Satellitenbildern bietet die Grundlage für eine weiterführende Beurteilung des Satellitenbildes und des Aussagewertes, da sie bereits Abwägungen von wichtigem und unwichtigem Bildinhalt enthält. Durch das Skizzieren von Elementen aus einem Satellitenbild werden wichtige Elemente bezogen auf den vorliegenden Satellitenbildausschnitt und eine bestimmte Fragestellung beurteilt.

Die nächsthöhere Stufe 3 der zweiten Kompetenzdimension bezieht sich auf eine konkrete Fragestellung, für die geeignete Satellitenbilder im Hinblick auf ihre räumliche und/oder spektrale Auflösung erkannt und beurteilt werden sollen. Die Beschreibung der Stufe lautet daher: *„Eignung von Satellitenbildern im Hinblick auf ihre Auflösung (räumlich wie spektral) auf Fragestellungen erkennen und beurteilen“*. Die vierte und höchste Stufe dieser Dimension verallgemeinert diese Fragestellung, erhöht damit die Schwierigkeit und fordert die Fähigkeit, generell Potenziale und Grenzen von Satellitenbildern zu erkennen und zu beurteilen, unabhängig von konkreten Bildern oder Problemstellungen. Damit setzt die zweite Dimension der Satellitenbild-Lesekompetenz ein gewisses Vorwissen über bzw. Erfahrungen mit Inhalten, Farbgebungen und Potenzialen von Satellitenbildern voraus und nimmt explizit auf das Kompetenzstrukturmodell der Lesekompetenz nach PISA Bezug, das ebenfalls in einer Dimension externes Wissen miteinschließt (vgl. Kap. 5.1.1).

5.2 Eingrenzung des Modells

Das theoriegeleitet entwickelte und empirisch überprüfte Kompetenzstrukturmodell der Satellitenbild-Lesekompetenz besitzt bestimmte inhaltliche wie formale Eingrenzungen. Inhaltlich fokussiert das Modell Satellitenbilder in Echt- und ausgewählten Falschfarben. So genannte Echtfarbenbilder geben einen Ausschnitt ähnlich einer Fotografie wieder und sind damit Schülern von ihren Alltagserfahrungen in der Regel bekannt. Durch Fernsehen, Zeitschriften oder digitalen Angeboten wie Google Maps, Google Earth, Bing Maps etc. ist diese Art der Satellitendatendarstellungen weit verbreitet. Falschfarbenbilder, auf denen beispielsweise Wald in rot dargestellt wird, erscheinen eher ungewohnt und „fremd“. Sie verlangen ein höheres Abstraktionsvermögen der Schüler. Innerhalb der großen Vielfalt an Falschfarbenkombinationen werden nur wenige im Rahmen der empirischen Untersuchung genutzt, um die ungewohnten Darstellungen in den Farbgebungen einzuschränken.

Nicht im Modell untersucht werden weitere Satellitenbildformate wie Radar- und Thermalbilder sowie atmosphärische Aufnahmen (z.B. Lidar). Diese Bilder entstehen durch andere Aufnahmebedingungen und Sensoren und unterscheiden sich damit qualitativ von den eingesetzten Bildern, außerdem werden diese Bilder für den Unterrichtsalltag der Schüler als

weniger relevant erachtet. Die komplexeren Satellitendaten könnten in einem weiteren, an das vorgestellte Modell angelehnten Teil theoretisch wie empirisch untersucht werden.

In formaler Hinsicht bezieht sich das entwickelte Kompetenzstrukturmodell auf die Altersstufe der 15-16-jährigen Schüler. Diese Altersklasse Ende der Sekundarstufe I dient vielen Kompetenzforschungen und der Erstellung der Bildungsstandards in der Geographie ebenfalls als Zielgruppe ihrer Untersuchungen (Baumert et al. 2000, Christiansen 2007, Hemmer et al. 2010, OECD 2002, Walter 2005). Die Untersuchung beschränkt sich darüber hinaus exemplarisch auf die Befragung von Gymnasien in Baden-Württemberg, damit die Untersuchungsgruppe homogen gehalten wird.

Empirische Überprüfung des Kompetenzstrukturmodells der Satellitenbild-Lesekompetenz

Das normative, theoriebasierte Kompetenzstrukturmodell wird durch eine quantitative empirische Untersuchung mithilfe einer Onlinebefragung überprüft. Dazu werden Schüler der 10. Klassen von Gymnasien in Baden-Württemberg befragt. Die Fragen bzw. Items reichen von einer Beschreibung und Auswertung von Satellitenbildern über sozio-demographische Fragen bis zu Vorwissensabfragen. Ziel der empirischen Studie ist neben der Validierung des Kompetenzstrukturmodells die Beantwortung von weiteren Forschungsfragen z.B. nach Unterschieden in der Kompetenz von Mädchen und Jungen oder die bisherige Beschäftigung mit Satellitenbildern.

6.1 Zielstellung und Forschungsfragen

Zur wissenschaftlichen Absicherung und Validierung wird das aus der Literatur entwickelte theoriebasierte Kompetenzstrukturmodell der Satellitenbild-Lesekompetenz (vgl. Kap. 5) empirisch überprüft. Validiert werden soll zum einen die zweidimensionale Struktur des Modells und zum anderen die angenommene theoretische vierteilige Stufung der beiden Dimensionen. Forschungsleitend ist die Frage nach der gemessenen Verteilung der Kompetenzen der befragten Schüler sowie die empirisch gerechtfertigte Trennung des Konstrukts der Satellitenbild-Lesekompetenz in zwei Teildimensionen.

Neben der Zielsetzung einer empirischen Validierung des normativen Kompetenzstrukturmodells sollen mithilfe der quantitativen Untersuchung weitere ausgewählte Forschungsfragen beantwortet werden:

1. Wie häufig haben sich die Schüler bisher mit Satellitenbildern beschäftigt, ...
 - a) im schulischen Kontext?
 - b) im privaten Kontext?
2. Lässt sich ein Zusammenhang zwischen der Kompetenz, Satellitenbilder zu lesen und der bisherigen Beschäftigung mit Satellitenbildern erkennen?
3. Sind Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen belegbar, ...
 - a) in Bezug auf die bisherige Beschäftigung mit Satellitenbildern?

b) in Bezug auf die Fähigkeiten, Satellitenbilder zu lesen?

Im Zusammenhang mit der theoriebasierten Entwicklung und empirischen Überprüfung eines Kompetenzstrukturmodells ist die Frage nach dem bisherigen Vorwissen bzw. nach der bisherigen Beschäftigung mit solchen Bildern von großer Bedeutung. Bei der Entwicklung des hier vorliegenden Kompetenzstrukturmodells wird auf Grundlage bisheriger Forschungen (vgl. Kap. 4.2) angenommen, dass die Zielgruppe der Schüler bereits mit Satellitenbildern in Kontakt gekommen ist und diese zumindest teilweise analysieren und interpretieren kann.

Die Forschungsfrage nach der bisherigen Beschäftigung mit Satellitenbildern (Forschungsfrage 1) wird, unterschieden durch den Nutzungskontext, in zwei Unterfragen gegliedert. Wie aus der Literatur und aktuellen Forschungen vor allem der Geographiedidaktik hervorgeht (Gerber & Reuschenbach 2005, Klein 2007, Neumann-Mayer 2005, Reuschenbach 2006, Siegmund & Menz 2005, Siegmund 2010), werden Satellitenbilder bisher nicht flächendeckend in der Schule eingesetzt. Vor allem die Studien von Klein (2007) und Siegmund (2010) werden als Grundlage für die Forschungsfrage 1a herangezogen. Basierend auf diese Studien wird vermutet, dass etwa die Hälfte der befragten Schüler bisher mit Satellitenbildern in der Schule gearbeitet hat.

Die private Nutzung von Satellitenbildern durch Jugendliche kann weniger scharf umrissen werden. Aus zahlreicher Literatur ist bekannt, dass Schüler häufig neue Technologien, Computer- und Internetanwendungen nutzen (CHIP 2008, Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest 2007, 2010, Niehoff & Wenrich 2007b, Klein 2007, Prensky 2001a, b). Satellitenbilder bzw. Fernerkundungsdaten prägen zunehmend unseren Alltag (Kollar & Siegmund 2011, Siegmund 2010, Voß et al. 2009). Laut der JIM-Studien von 2007 und 2010 haben Jugendliche zwischen 12-19 Jahren in Deutschland zu 99 % Zugang zu einem Fernseher, zu 100 % (2007: 98 %) Zugang zu Computer oder Laptop und zu 98 % (2007: 95 %) Zugang zu einem Internetanschluss im Haushalt (Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest 2007, 2010). Möglichkeiten zur Betrachtung von Satellitenbildern über das Fernsehen (z.B. in den Wetternachrichten) oder am Computer z.B. mithilfe von Google Earth sind damit zahlreich gegeben. Gestützt durch die Untersuchung von Siegmund (2010), in der festgestellt wurde, dass 80 % der befragten Schüler Google Earth nutzen, wird vermutet, dass die private Beschäftigung mit Satellitenbildern über der schulischen Nutzung liegt.

Die zweite Forschungsfrage nach dem Zusammenhang zwischen bisheriger Beschäftigung mit Satellitenbildern und der Kompetenz diese zu analysieren, stützt sich auf vielfältige Erkenntnisse bisheriger Untersuchungen (Artelt 2005, Ausubel 1968, Lewalter 1997, Mayer 2001, Ossimitz 2000, Steiner 2006, Wodzinski 2003 u.a.). Danach ist einer der wichtigsten Einflussfaktoren der Lernleistung das themen-, inhalts- bzw. methodenspezifische Vorwissen. Siegmund (2010) konnte bereits zeigen, dass es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der privaten Nutzung von Google Earth und der Fähigkeit gibt, Satellitenbilder zu analysieren. Als gerichtete Hypothese wird deshalb vermutet, dass eine häufigere Beschäftigung mit Satellitenbildern, sei es im schulischen oder außerschulischen Kontext, mit einer höheren Satellitenbild-Lesekompetenz einhergeht.

Mögliche Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen thematisiert die dritte Forschungsfrage. Hierbei werden Unterschiede sowohl bei der Häufigkeit der bisherigen Beschäftigung mit Satellitenbildern (vorwiegend im privaten Kontext) (Forschungsfrage 3a) als auch Unterschiede in den Kompetenzen, Satellitenbilder analysieren zu können (3b), angenommen. Mögliche Unterschiede zwischen den Geschlechtern können teilweise auf Interessensunterschiede zurückgeführt werden. Laut Hemmer & Hemmer (1997, 2002) führt höheres Interesse zu größerem Lernerfolg. Dieses Interesse unterscheidet sich signifikant bei Mädchen und Jungen im Hinblick auf verschiedene Medien. Mädchen haben ein signifikant höheres Interesse an Bildern und Fotos (wobei hier nicht die spezielle Perspektive der Satellitenbilder abgefragt wurde). Jungen interessieren sich signifikant häufiger für die Arbeit mit Atlas oder Karten (Hemmer & Hemmer 1997). Inwieweit diese Interessensunterschiede zu unterschiedlichen Beschäftigungshäufigkeiten oder Kompetenzunterschieden beitragen, kann nur vermutet werden, da die Variable Interesse an der Arbeit mit Satellitenbildern in der vorliegenden Untersuchung nicht mit aufgenommen wird.

Im Rahmen der PISA-Analysen zur Lesekompetenz werden Geschlechterunterschiede ebenfalls untersucht. Es zeigt sich, dass Mädchen deutlich bessere Ergebnisse erzielen als Jungen. Erklärungsansätze reichen von unterschiedlichen Freizeitgestaltungen (Mädchen lesen öfter, Jungen schauen öfter fern), unterschiedlich schnellen Entwicklungen der verbalen Fähigkeiten (bei Mädchen schneller) bis hin zu einem bei Jungen ausgeprägteren räumlichen Vorstellungsvermögen (Artelt 2005). Diese Erkenntnisse können nicht ohne weiteres auf eine Satellitenbild-Lesekompetenz übertragen werden, sie geben jedoch wertvolle Hinweise auf mögliche geschlechtsspezifische Unterschiede.

Köck (2005) fand in einer Untersuchung zum räumlichen Denken raumbezogene Leistungsunterschiede zwischen Mädchen und Jungen. Jungen erbringen laut dieser Studie durchschnittlich höhere räumliche Denkleistungen als Mädchen. Plausible Erklärungen werden in den evolutiv unterschiedlichen Lebensbezügen der Geschlechter sowie der unterschiedlichen Sozialisation gesehen (Außenorientierung der Jungen, Binnenorientierung der Mädchen etc.). Daher bilden sich unterschiedliche raumbezogene Verarbeitungskapazitäten bei Mädchen und Jungen aus. Da Satellitenbilder einen mehr oder weniger großen Raum abbilden, kann räumliches Denken als ein wichtiger Faktor bei der Analyse dieser Bilder betrachtet werden. Nach der Studie von Köck (2005) wird angenommen, dass Jungen eine leicht höhere Satellitenbild-Lesekompetenz aufweisen.

Diese Vermutung bzw. Hypothese kann durch eine Untersuchung von Goldberg & Kirman (1990) verfeinert werden. Sie untersuchten Geschlechterunterschiede bei der Interpretation von Landsat-Satellitenbildern, Karteninterpretationen und eigenem Kartenzeichnen von Jugendlichen der Junior High School (in den USA). Darin bestätigen sich bessere Resultate der Jungen bei der Karteninterpretation und Benennung von räumlichen Beziehungen. Die untersuchten Jungen waren zudem signifikant besser im Erkennen von geographischen Objekten in Landsat-Satellitenbildern. Die festgestellte Differenz zwischen Mädchen und Jungen in der Untersuchung war jedoch klein und kann laut den Autoren wahrscheinlich nur in großen Stichproben nachgewiesen werden. Keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern konnten bei Aufgaben zur Farberkennung, Anwendung bzw. Eignung von Bildern für konkrete Fragestellungen sowie Maßstab- oder Kompass-Fragen festgestellt werden (Goldberg

& Kirman 1990). Auch die Studie von Montello et al. (1999) kann nur bei einigen Tests zum räumlichen Denken Unterschiede zwischen den Geschlechtern feststellen. Nach diesen Studien kann daher keine eindeutig gerichtete Hypothese wie „Jungen zeigen voraussichtlich eine höhere Kompetenz, Satellitenbilder zu analysieren“ abgeleitet werden.

6.2 Theoretische Vorüberlegungen und Forschungsdesign

Theoretische Vorüberlegungen zur empirischen Überprüfung des theoriebasierten Kompetenzstrukturmodells sowie zur Beantwortung der weiteren Forschungsfragen führen zur Wahl der Stichprobe und des Forschungsdesigns. Die Untersuchung konzentriert sich regional auf Baden-Württemberg, da sich durch die föderale Bildungsarbeit der Länder eine große Differenzierung in den Bildungsplänen ergibt. Baden-Württemberg wird aus organisatorischen und strategischen Gründen als exemplarisches Bundesland gewählt, da die Autorin die Untersuchung im Bundesland der Hochschule durchführen wollte. Weiterhin konzentriert sich die Untersuchung schulartspezifisch auf Gymnasien, da nur in den Bildungsplänen dieser Schulform das Medium Satellitenbild explizit aufgeführt wird (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg 2004a). Wie in Kapitel 4.2 aufgezeigt, fehlt in Baden-Württemberg in den Bildungsplänen von Haupt-, Werkreal- sowie Realschulen eine explizite Nennung dieses Mediums (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg 2004b, c).

Eine weitere Eingrenzung der Grundgesamtheit erfolgt über die ausschließliche Betrachtung der zehnten Gymnasialklassen. Wie in Kapitel 5.2 erläutert, bezieht sich die vorliegende Untersuchung auf Schüler am Ende der Sekundarstufe I, da das theoriebasierte Kompetenzstrukturmodell explizit für diese Klassenstufe entwickelt wird. Auch die Bildungsstandards in der Geographie (Deutsche Gesellschaft für Geographie 2008) sowie weitere Forschungen zu Kompetenzmodellen (Baumert et al. 2000, Hemmer et al. 2010, OECD 2002) orientieren sich an den Fähigkeiten der Schüler am Ende der Sekundarstufe I.

Die „*empirische Übersetzung des Forschungsproblems*“ (Raithel 2006: 26), d. h. die Wahl der Methode und des Forschungsdesigns erfolgt auf der Grundlage bisheriger Untersuchungen zur Kompetenzmessung (Adams & Wu 2002, OECD 2002, Roeder 2006 u.a.). Es wird daher ein quantitativer Ansatz einer schriftlichen Befragung in Form eines Leistungstests gewählt (Raithel 2006, Rost 2004, Wellenreuther 2000). Vorteile einer quantitativen Untersuchung mittels Fragebogen sind zunächst forschungsökonomischer Natur. Die Befragung kann mit geringem zeitlichen und personalem Aufwand gestaltet, Interviewereffekte auf die Lösung der Aufgaben ausgeschlossen, räumlich verstreute Personengruppen leichter erreicht werden. Die Nachteile dieser Methoden wie niedrige Rücklaufquoten oder fehlende Erläuterungen der Fragen durch den Interviewer werden in Kauf genommen. Denn nur durch eine quantitative und standardisierte Befragung einer ausreichend großen Zahl an teilnehmenden Schülern können die Antworten mit Analysemethoden der Kompetenzmessung und -skalierung ausgewertet werden (Konrad 2006, Raithel 2006).

6.3 Fragebogenentwicklung

Analog zur Zielstellung der empirischen Überprüfung des theoriebasierten Kompetenzstrukturmodells der Satellitenbild-Lesekompetenz und zur Beantwortung der oben beschriebenen Forschungsfragen wird ein onlinebasierter Fragebogen mit Fragen zu drei Teilbereichen erstellt:

1. Fragen bzw. Items im Rahmen des Kompetenzstrukturmodells (z. B. „*In welcher Region könnte dieses Satellitenbild aufgenommen worden sein?*“)
2. Soziodemographische Fragen (nach Alter und Geschlecht) und eine Ishihara-Farbtafel zur Überprüfung einer Rot-Grün-Sehschwäche
3. Fragen zur bisherigen Beschäftigung mit Satellitenbildern (in der Schule und privat)

Schwerpunkt des Fragebogens bildet die Operationalisierung des Kompetenzstrukturmodells, d. h. die Erstellung von Items zu den beiden Dimensionen und den vier Stufen des Modells, die in Kapitel 6.3.1 näher erläutert werden. Die Fragen nach Alter und Geschlecht sowie nach der bisherigen Beschäftigung der teilnehmenden Schüler mit Satellitenbildern ergänzen die Kompetenzmessung und dienen der Beantwortung der weiteren Forschungsfragen (vgl. Kap. 6.1).

Die Abfrage der bisherigen Beschäftigung mit Satellitenbildern erfolgt in drei separaten Fragen zur Häufigkeit der Nutzung dieser Bilder im Schulunterricht, privat sowie zur Nutzung von Google Earth und ähnlichen virtuellen Globen. Bei allen drei Fragen wird eine identische sechs-stufige Häufigkeitseinteilung abgefragt (vgl. Anhang A.1). Ergänzend zur Nutzung von Satellitenbildern im Unterricht wird nach der Klassenstufe, den beteiligten Fächern und der konkreten Form der Nutzung gefragt. Bei diesen Fragen sind Mehrfachantworten sowie Ergänzungen möglich. Ankreuzbare Formen der Satellitenbildnutzung sind beispielsweise die analoge Betrachtung im Schulbuch, ein Betrachten der Bilder am PC oder die eigenständige Bearbeitung der Satellitenbilder mit spezieller Software (vgl. Anhang A.1).

Eine Ishihara-Farbtafel zur Überprüfung einer Rot-Grün-Sehschwäche ist ebenfalls in den Fragebogen integriert (vgl. Anhang A.1). Hier besteht die Aufgabe der Schüler darin, aus einem Feld mit Punkten unterschiedlicher Größe eine Zahl aus grünen Punkten innerhalb roter Punkte zu erkennen. Dies ist nur möglich, wenn keine Rot-Grün-Sehschwäche vorliegt. Diese Frage ist integriert, da es Hinweise auf eine schlechtere Beantwortung der Kompetenzfragen insbesondere im Hinblick auf Falschfarbenbildern gibt, wenn eine Sehschwäche dieser Art vorliegt. Ob sich ein Zusammenhang zwischen einer Satellitenbild-Lesekompetenz und einer Rot-Grün-Sehschwäche bei der Befragung ergibt, muss in der Analyse herausgearbeitet werden.

Die oben aufgeführten drei Teilbereiche des Fragebogens sind verschiedenen Konstruktionskriterien und Richtlinien zum formalen Aufbau eines wissenschaftlichen Fragebogens unterworfen. Generell sollte ein Fragebogen „*klar, kurz und aus sich heraus verständlich und übersichtlich sein.*“ (Konrad 2006: 66). Neben der Kürze einer Befragung spielt auch eine zweckmäßige, chronologische Anordnung thematischer Fragenblöcke eine wichtige Rolle. In einer überzeugenden Dramaturgie sollten unterschiedliche thematische Fragenblöcke sich

abwechseln. Im Sinne einer Spannungskurve sollten am Beginn leichte, sog. „*Eisbrecher- oder Aufwärmfragen*“ und nach zwei Dritteln des Fragebogens die wichtigsten bzw. schwierigsten Fragen stehen (Kirchhoff et al. 2008, Konrad 2006, Raithel 2006, Wellenreuther 2000).

Die Abfolge der Fragen richtet sich außerdem nach den didaktischen Prinzipien „*Vom Allgemeinen zum Besonderen*“ und „*Vom Bekannten zum Unbekannten*“, indem zunächst aus dem Teilbereich der Kompetenzfragen Echtfarben-Satellitenbilder einer Region in Baden-Württemberg eingebunden werden. Erst nach einer Phase mit Echtfarbenbildern erscheinen im weiteren auch Falschfarben-Satellitenbilder. Um Monotonie bei der Beantwortung zu vermeiden, werden Fragen zu den unterschiedlichen Dimensionen und Stufen des Kompetenzstrukturmodells (vgl. Kap. 6.3.1), die sich in ihren Frageformat ähneln, abwechselnd eingesetzt. Ausnahme bilden die Fragen der dritten und vierten Stufe der zweiten Dimension. Diese werden in einem Modul am Ende der Kompetenzfragen, als sehr anspruchsvolle Fragen nach zwei Dritteln des Fragebogens integriert. Abschließend folgen die Fragen nach den sozialstatistischen Angaben sowie der bisherigen Beschäftigung mit Satellitenbildern.

6.3.1 Itementwicklung im Rahmen des Kompetenzstrukturmodells

Die Aufgaben- bzw. Itementwicklung zur empirischen Überprüfung des Kompetenzmodells der Satellitenbild-Lesekompetenz erfolgt eng am Modell. Um das Modell trennscharf zu testen, werden für jede Zelle des theoriegeleiteten Kompetenzstrukturmodells, d. h. jeder Dimension/Stufen-Kombination (insgesamt 8 Zellen) konkrete Items entwickelt. Dabei kann man auch auf bereits vorliegende Items anderer Befragungen zurückgreifen, die jedoch vor der empirischen Überprüfung eindeutig in das Kompetenzstrukturmodell eingeordnet werden müssen (vgl. Einhaus 2007, Theyßen et al. 2006). Um abgesicherte statistische bzw. probabilistische Aussagen treffen zu können, werden mindestens fünf Items pro Dimension und Stufe entwickelt bzw. in die Befragung integriert (Einhaus 2007).

Tabelle 6.1 gibt einen Überblick zu Umfang und Aufteilung der Items im Rahmen der empirischen Validierung des Kompetenzstrukturmodells. Insgesamt werden in der Hauptbefragung 55 Items zur Kompetenzmessung gestellt, 28 Items davon sind Dimension eins, 27 Items Dimension zwei zugeordnet.

Stufe	1. Dimension	2. Dimension	Gesamt
4	7 Items	10 Items	17 Items
3	6 Items	5 Items	11 Items
2	6 Items	5 Items	11 Items
1	9 Items	7 Items	16 Items
Gesamt	28 Items	27 Items	55 Items

Tab. 6.1: Aufteilung der Items im Rahmen der empirischen Validierung des Kompetenzstrukturmodells der Satellitenbild-Lesekompetenz

Grundsätzlich wird bei der Entwicklung geeigneter Themen der gymnasiale Bildungsplan in Baden-Württemberg herangezogen (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg 2004a). Aus den „Kompetenzen und Inhalten für Geographie“ werden aus den Klassenstufen 6, 8, und 10 mindestens ein Themenfeld als Vorlage für die Fragenentwicklung gewählt. Neun Items orientieren sich am 2. Themenfeld der Klasse 6 „Ausgewählte Natur-, Lebens- und Wirtschaftsräume in den Großlandschaften Deutschlands“. Hier sind vor allem Satellitenbilder aus dem Heimatraum Baden-Württemberg berücksichtigt. Dem 4. Themenfeld in Klasse 6 („Natur-, Lebens- und Wirtschaftsräume in Europa“) sind sechs Aufgaben angelehnt: zu Themen der landwirtschaftlichen Produktion, Naturkatastrophen sowie dem Alpenraum.

Dem großen Themenfeld 1 in Klasse 8, „Natur-, Lebens- und Wirtschaftsräume in unterschiedlichen Klimazonen“ können insgesamt elf Items zugeordnet werden. Beispielsweise betreffen die Items die Klimazone des tropischen Regenwaldes oder die Trockengebiete. Aus Klasse 10 werden die ersten drei Themenfelder als Grundlage der Fragenentwicklung ausgewählt („Menschen prägen Räume“, „Entwicklung und Struktur der Lithosphäre“, „Atmosphärische Prozesse“). Hier werden unterschiedliche Themen wie die Interpretation anthropogen entstandener räumlicher Landschaftsmuster, die Erkundung von Lagerstätten oder das Wettergeschehen integriert.

Bei der Gestaltung der Items wird die einschlägige Literatur zur Frageformulierung berücksichtigt (Bühner 2004, Kirchhoff et al. 2008, Konrad 2006, Raithel 2006, Rost 2004). So wird darauf geachtet die Fragen möglichst kurz, einfach, präzise, neutral und eindeutig zu stellen. Die Verwendung von Fremdwörtern bzw. der Zielgruppe wenig geläufigen Wörtern wird vermieden.

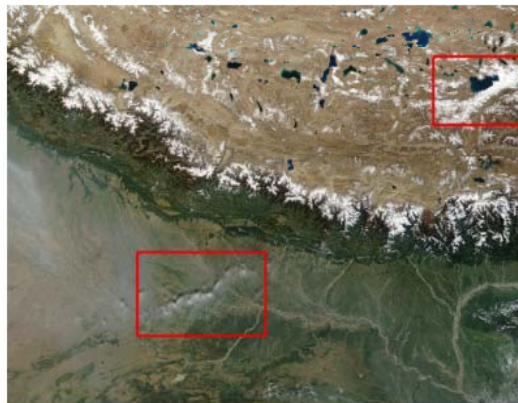
Die verwendeten Itemformate beschränken sich auf geschlossene Fragen wie Multiple Choice oder Ratingformate. Bei einem gebundenem Antwortformat entfällt die spätere Kodierung und Einordnung der Antworten. Daher sind die Befragungsergebnisse eindeutig, vergleichbar und besitzen eine hohe Durchführungs- wie Auswertungsobjektivität (Duit et al. 2001, Hartig & Jude 2007, Konrad 2006, Raithel 2006, Rost 2004). Schwierig bei Multiple Choice-Aufgaben gestaltet sich jedoch die Wahl geeigneter Distraktoren, d. h. Antwortalternativen. Dabei soll die richtige Antwort nicht zu leicht identifiziert bzw. die Ratewahrscheinlichkeit reduziert werden (Duit et al. 2001, Rost 2004). Offene Antworten sind aus Zeit- und Auswertungsgründen nach verschiedenen Vortests wieder aus der Befragung ausgeschlossen worden.

Items, die für eine bestimmte Dimension und Stufe entwickelt werden, sind ähnlich aufgebaut. Sie unterscheiden sich aber zum Teil stark von Items aus anderen Dimensionen und Stufen. Ähnlichkeit besteht jedoch, wie auch zwischen den theoriebasierten Stufen (vgl. Kap. 5.1.2), zwischen Items der Stufen 1 und 2 in der ersten wie auch der zweiten Dimension. Items innerhalb einer Zelle werden bewusst mit großen Ähnlichkeiten entwickelt, um die Trennschärfe zu anderen Zellen zu erhöhen und um homogene Itemgruppen zu generieren.

In Abbildung 6.1 wird eine Aufgabe aus der ersten Stufe der ersten Dimension (Zelle D1/S1) dargestellt, es wird somit die Kompetenz „In Echtfarben-Satellitenbildern Elemente und deren Bedeutung erkennen und beschreiben“ abgefragt. Im oberen Teil der Abbildung wird

exemplarisch das übergeordnete Satellitenbild (hier ein Ausschnitt der Region Nordindien/Tibet mit dem Übergang von der Gangesebene zum Himalaya) dargestellt. Den Schülern werden jedoch aus Gründen der Einflussnahme auf das Antwortverhalten keine regionalen Zusatzinformationen gegeben. Die eigentliche Aufgabe folgt darunter, wobei zwei Ausschnitte aus dem Satellitenbild genauer betrachtet und Elemente daraus erkannt und gedeutet werden sollen („Welche Bedeutung haben die weißen Flächen in den beiden Ausschnitten?“). Jeder Satellitenbildausschnitt stellt ein unabhängiges Item dar, das als geschlossene Multiple Choice-Frage mit je drei Distraktoren gestellt ist.

Echtfarben-Satellitenbild - 2.1



*Welche Bedeutung haben die weißen Flächen in den beiden Ausschnitten?



		
Wolken	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sandverwehungen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reflektionen der Sonne	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Schnee	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

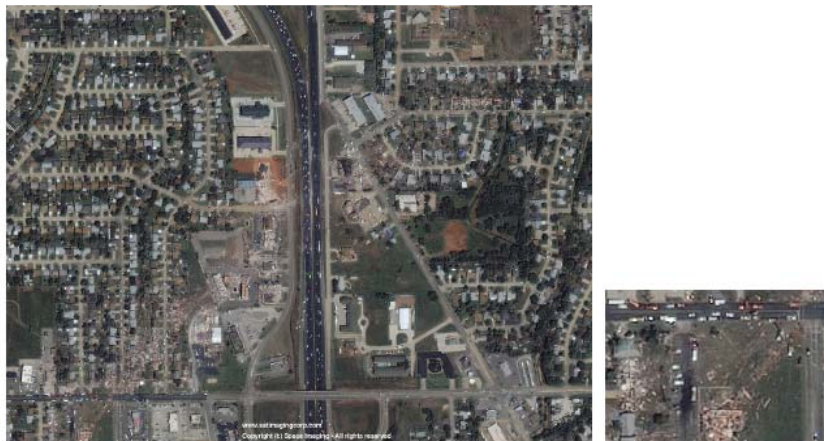
Abb. 6.1: Beispielitems der empirischen Untersuchung des Satellitenbild-Lesekompetenzmodells aus Dimension 1/ Stufe 1 (Quelle: eigene Darstellung aus Onlinebefragung)

Diese Aufgabenkonstruktion (geschlossene Multiple Choice-Fragen mit 1-4 Satellitenbild-ausschnitten) wiederholt sich im Laufe der Befragung für Items der 1. und 2. Stufe in der ersten Dimension. Unterschiede zwischen diesen beiden Stufen bestehen nur im Hinblick auf die Farbgebung der Satellitenbilder. In Stufe 1 werden Echtfarben-Satellitenbilder präsentiert, in Stufe 2 „schwieriger zu lesende“ Falschfarben-Satellitenbilder. Annähernd alle Fragen der Untersuchung werden mit einem übergeordneten Satellitenbild wie in Abbildung 6.1, 6.2 und 6.4 zu sehen, eingeleitet.

Abbildung 6.2 zeigt beispielhaft ein Item der dritten Stufe der ersten Dimension (Zelle D1/S3) und zielt auf die Kompetenz *„Im Sinne einer Gesamtorientierung in Echt- und Falschfarben-Satellitenbildern wesentliche Elemente und deren Bedeutung erkennen sowie deren Beziehungen beschreiben“*. Direkt vor dieser Frage wird zu dem oben abgebildeten Satellitenbildausschnitt auch die richtige Zuordnung einer Skizze gefordert (vgl. Anhang A.1). Um in der vorgestellten geschlossenen Frage die korrekte Antwortalternative auszuwählen, müssen zunächst die zerstörten Häuser in einem schmalen Streifen quer durch das Satellitenbild erkannt werden. Ergänzt durch die Hilfestellung in der Frage soll nun der korrekte Grund der Zerstörung benannt werden. Durch die linienhafte Struktur der Zerstörung und die unzerstörte Infrastruktur und Bebauung der Umgebung soll auf einen Wirbelsturm (oder genauer einen Tornado) geschlossen werden. Die allgemeine Bezeichnung *„Wirbelsturm“* wird dem Begriff Tornado vorgezogen, da sich im Vortest herausstellte, dass die Schüler nicht korrekt zwischen Tornados und (in ihrer räumlichen Ausdehnung größeren) tropischen Wirbelstürmen differenzieren. Andere Fragen derselben Zelle erfordern im Rahmen einer Gesamtorientierung die Einordnung der gezeigten Satellitenbilder (Echt- wie Falschfarbenbilder) in die korrekte Region, Klima- und Vegetationszone oder die Bestimmung der Windrichtung.

Echtfarben-Satellitenbild - 5

Der Ausschnitt zeigt in einem Streifen zerstörte Häuser.



*Was könnte die Ursache für die Zerstörung sein? (Hilfestellung: Das Satellitenbild wurde im mittleren Westen (Landesinneren) der USA aufgenommen.)

Bitte wähle eine der folgenden Antworten.

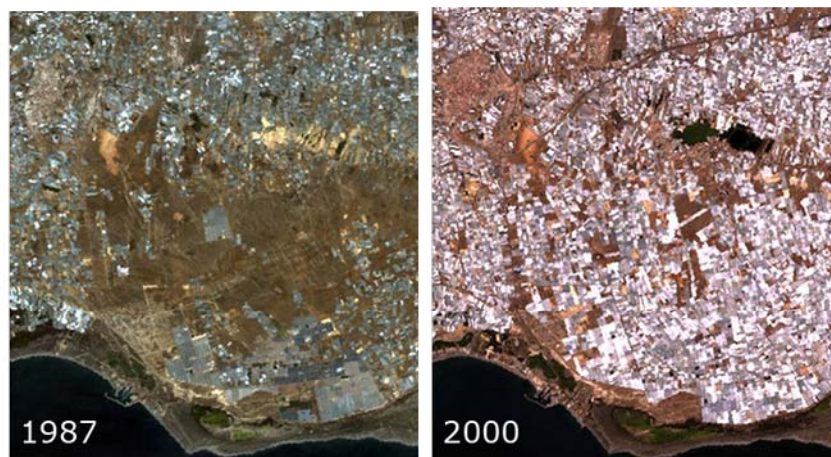
- ☐ Erdbeben
- ☐ Schneesturm
- ☐ Wirbelsturm
- ☐ Brand
- ☐ Überschwemmung

Abb. 6.2: Beispielimitem der empirischen Untersuchung des Satellitenbild-Lesekompetenzmodells aus Dimension 1/ Stufe 3 (Quelle: eigene Darstellung aus Onlinebefragung)

Die Aufgabe in Abbildung 6.3 stellt die höchste Anforderung an die Schüler innerhalb der ersten Dimension (Zelle D1/S4). Die korrekte Antwort kann geben, wer über die Kompetenz verfügt, „*Im Bildvergleich in Echt- und Falschfarben-Satellitenbildern wesentliche Elemente und deren Bedeutung erkennen und beschreiben*“ zu können. Für die Frage nach den Ursachen der großflächigen Veränderungen, die im Vergleich zweier Echtfarben-Satellitenbilder der Region Almeria in Südspanien von 1987 und 2000 dargestellt werden, müssen zunächst die wichtigen, sich verändernden Elemente in beiden Bildern erkannt werden. Da es sich um sehr homogene, gleichfarbige und großflächige Elemente handelt, können die Distraktoren „*Parkanlage*“ (mehr Grünflächen), „*Solarzellen*“ (kleinere, strikt geordnete Muster) oder „*Siedlungsflächen*“ (mehr Infrastruktur, kleinere Parzellen etc.) ausgeschlossen werden. Fünf der dieser Zelle zugeordneten Aufgaben erfordern einen paarweisen Vergleich der Satellitenbilder, für die beiden anderen Items dieser Zelle müssen drei bzw. fünf Bilder miteinander verglichen werden (vgl. Anhang A.1).

Satellitenbild-Vergleich - 2

In beiden Satellitenbildern wird eine Region in Spanien dargestellt.



*Was könnte die Ursache sein für die großflächigen Veränderungen zwischen 1987 und 2000?

Bitte wähle eine der folgenden Antworten.

- ☐ Eine große Parkanlage ist entstanden.
- ☐ Eine zusammenhängende Siedlungsfläche ist entstanden.
- ☐ Die landwirtschaftliche Nutzung in Gewächshäusern wurde ausgedehnt.
- ☐ Die Region ist mit Solarzellen überzogen worden.

Abb. 6.3: Beispielimitem der empirischen Untersuchung des Satellitenbild-Lesekompetenzmodells aus Dimension 1/ Stufe 4 (Quelle: eigene Darstellung aus Onlinebefragung)

Abbildung 6.4 spiegelt den häufigsten Fragetyp der zweiten Stufe in der zweiten Dimension (D2/S2) wider. Bei Fragen der ersten Stufe in der zweiten Dimension (D2/S1) sind als einziger Unterschied statt Falschfarben- Echtfarben-Satellitenbilder eingebunden. Im theoriebasierten Kompetenzstrukturmodell wird die Fähigkeit „*Aus Echtfarben-Satellitenbildern*

Elemente selektieren, generalisieren und skizzieren“ (Stufe 1) bzw. *„Aus Falschfarben-Satellitenbildern ...“* (Stufe 2) gefordert. Die Operationalisierung dieser Zellen durch geschlossene Multiple Choice-Fragen gestaltet sich schwieriger als andere Fragen, da das Modell eigenständige Selektionen und Generalisierungen wichtiger Elemente in Satellitenbildern impliziert. In geschlossener Form können vier Skizzen zur Auswahl gestellt werden, die ähnlich wie Antworten in Textform als Distraktoren fungieren. Das (Falschfarben-) Satellitenbild in Abbildung 6.4 zeigt den nordwestlichen Teil Sumatras (Indonesien). Die dazugehörige Aufgabe besteht aus der Auswahl der Skizze, die die im Satellitenbild erkennbaren Landschaftsstrukturen am besten abbildet. Die Skizzen sind ohne Beschriftung in schwarz-weiß gehalten, andere Fragen gleichen Typs beinhalten farbige Skizzen mit oder ohne Beschriftungen (vgl. Anhang A.1).

Falschfarben-Satellitenbild - 3.2



*Welche der folgenden Skizzen bildet das Satellitenbild am besten ab?



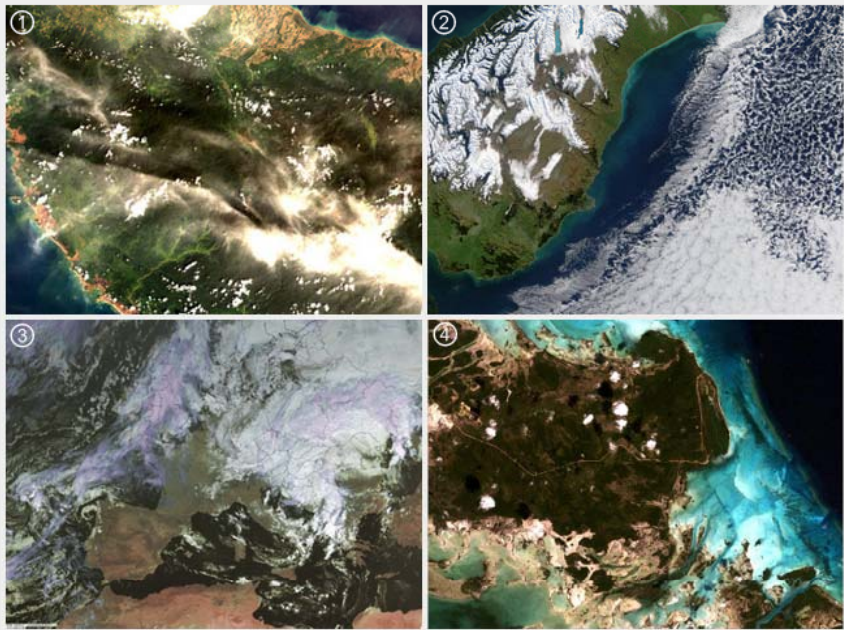
Bitte wähle eine der folgenden Antworten.

- ☐ Skizze 1
- ☐ Skizze 2
- ☐ Skizze 3
- ☐ Skizze 4

Abb. 6.4: Beispielitem der empirischen Untersuchung des Satellitenbild-Lesekompetenzmodells aus Dimension 2/ Stufe 2 (Quelle: eigene Darstellung aus Onlinebefragung)

Ein Beispiel für die Kompetenzmodellzelle D2/S3 ist in Abbildung 6.5 dargestellt. In dieser Zelle haben alle fünf Items die gleiche Struktur und folgen direkt aufeinander. Aus einer Auswahl von jeweils vier Satellitenbildern soll das passende für die entsprechende Fragestellung ausgewählt werden. Alle Items sollen die Kompetenz erfassen, die „*Eignung von Satellitenbildern im Hinblick auf ihre Auflösung (räumlich wie spektral) auf [eine bestimmte] Fragestellungen [zu] erkennen und [zu] beurteilen*“. Um diese Fähigkeit trennscharf erfassen zu können, werden entweder die räumliche Auflösung (bei gleicher Farbgebung) oder die spektrale Auflösung (bei gleichem Raumausschnitt) variiert. In Abbildung 6.5 werden unterschiedliche räumliche Auflösungen und unterschiedliche Räume in Echtfarben-Satellitenbildern dargestellt. Die Beurteilung der Bilder erfolgt in Hinblick auf ihre Eignung zur Wettervorhersage. Nur das Bild drei hat eine grobe Auflösung und ermöglicht damit einen für die Vorhersage von Wettergeschehen ausreichend großräumigen Überblick.

*Welches der folgenden Satellitenbilder ist für die **Wettervorhersage** am besten geeignet?



Bitte wähle eine der folgenden Antworten.

- ☐ Bild 1
- ☐ Bild 2
- ☐ Bild 3
- ☐ Bild 4

Abb. 6.5: Beispielitem der empirischen Untersuchung des Satellitenbild-Lesekompetenzmodells aus Dimension 2/ Stufe 3 (Quelle: eigene Darstellung aus Onlinebefragung)

„*Möglich oder nicht?*“ ist die Überschrift zu den Items der Zelle D2/S4 (vgl. Abb. 6.6). Die Fragen dieser Zelle werden alle nacheinander in einer Liste gestellt und unterscheiden sich von den Fragen aller anderen Zellen, da sie keine Satellitenbilder enthalten. Die Kompetenz

„Potenziale und Grenzen von Satellitenbildern erkennen und beurteilen“ ist unabhängig von einem konkreten Satellitenbild abprüfbar. Die Abbildung 6.6 zeigt exemplarisch drei der zehn Fragen dieser Zelle. Um Möglichkeiten oder Grenzen des Einsatzes von Satellitenbildern abzufragen, werden, angelehnt an ein Fernerkundungsquiz aus Alean & Biber (2005), bestimmte Aussagen vorgegeben, die es zu beurteilen gilt. „Stimmt es, dass es mithilfe von Satellitenbildern aus dem All möglich ist, ...“ landwirtschaftliche Erzeugnisse zu unterscheiden, „(politische) Ländergrenzen“ zu erkennen oder die „Meerwassertemperatur“ zu bestimmen? Als Antwortalternativen standen nur die Möglichkeiten der Bejahung, der Verneinung der Aussage oder ein „Weiß nicht“-Feld zur Verfügung, damit bei Unsicherheit keine Entscheidung erzwungen werden musste. Diese Eingrenzung der Antwortalternativen könnte bei der Analyse der Aufgaben allerdings zu Einschränkungen der Validität führen.

Möglich oder nicht?			
* Stimmt es, dass es mithilfe von Satellitenbildern aus dem All möglich ist, ...?			
	Ja	Nein	Weiß nicht
... Feldfrüchte auf verschiedenen Ackerflächen zu unterscheiden?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... (politische) Ländergrenzen zu erkennen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die Meerwassertemperatur zu ermitteln?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Abb. 6.6: Beispielitems der empirischen Untersuchung des Satellitenbild-Lesekompetenzmodells aus Dimension 2/ Stufe 4 (Quelle: eigene Darstellung aus Onlinebefragung)

6.3.2 Aufbau des Online-Fragebogens

„Die Durchführung von Befragungen aller Art mit Hilfe des Internet ist inzwischen sehr weit verbreitet.“ (Hauptmanns 1999: 21).

Auch im Rahmen der quantitativen empirischen Überprüfung des Kompetenzstrukturmodells der Satellitenbild-Lesekompetenz wird auf die Möglichkeit eines Online-Fragebogens zurückgegriffen. Generelle Vorteile einer Erhebung über das Internet wie die Erreichbarkeit zeitlich und räumlich weit verstreuter Personenkreise, farbige und professionelle Gestaltung des Layouts und die Gewährleistung der Anonymität werden hier gewinnbringend genutzt.

Ein übersichtliches und professionell gestaltetes Layout, das eine schnelle Orientierung erlaubt und im Rahmen einer Umfragesoftware zur Verfügung steht, stellt die Grundlage für eine solche Online-Befragung dar (Raithel 2006, Wellenreuther 2000). Im Vergleich zu schriftlichen, Papier basierten Befragungen bietet eine Online-Umfrage eine kostengünstige Möglichkeit, Satellitenbilder in Farbe einzubinden und allen teilnehmenden Schülern zur Verfügung zu stellen. Außerdem bieten webbasierte Anwendungen forschungsökonomische Vorteile der automatischen Dateneingabe und -auswertung. Alle erhobenen Daten werden direkt in einer Datenbank abgespeichert, können nach Kriterien gefiltert und teilweise ausgewertet werden. Durch eine offene Datenschnittstelle in gängige Programme wie Microsoft Excel oder SPSS können die Ergebnisse exportiert und analysiert werden. In dieser

Untersuchung wird für die klassischen Auswertungen ausschließlich das Programm SPSS (Version 19.0) eingesetzt, für probabilistische Statistik das Programm Conquest. Die zur Online-Befragung verwendete Software LimeSurvey liefert nur die Datenbank ohne weitere Auswertungen (vgl. Kap. 6.4).

Obwohl sich die Untersuchung auf Baden-Württemberg beschränkt, ist die räumliche Unabhängigkeit der Befragung und eine möglichst große Teilnehmerzahl durch eine Befragung über das Internet mitentscheidend für die Wahl einer Online-Umfrage. Embretson & Reise (2000) empfehlen bei Nutzung des allgemeinen Rasch-Modells mindestens 500 Personen zu befragen. Eine kleinere Stichprobe kann beispielsweise für einen Vortest ebenfalls statistisch analysiert werden, dabei sollte man jedoch größere Fehler akzeptieren und die Ergebnisse vorsichtiger interpretieren.

Eine Befragung über das Internet ermöglicht darüber hinaus die Fokussierung der Aufmerksamkeit von Schülern auf die dargestellten Fragen, da eine nacheinander bzw. gruppenweise Einbindung von Fragen möglich ist. So werden die Befragten nicht von kommenden Satellitenbildern oder Aufgaben abgelenkt. Um trotzdem einen Überblick über die gesamte Umfrage zu bekommen, wird auf jeder Seite ein Fortschrittsbalken angezeigt (vgl. Anhang A.1).

Die Wahl der Software zur Konzeption und Durchführung der Online-Befragung fällt auf das serverbasierte, kostenfreie Open-Source Programm LimeSurvey (www.limesurvey.org). Die leicht zu handhabende Software, die bereits in vielen Untersuchungen getestet wurde, kann browserunabhängig eingesetzt werden. Sie besitzt eine umfangreiche Bibliothek an Fragetypen, die individuell an die eigene Umfrage angepasst werden können. LimeSurvey bietet verschiedene Umfragemodi. So können im einem Browserfenster nur einzelne Fragen, vorher definierte Gruppen oder alle Fragen untereinander angezeigt werden. Außerdem besteht die Möglichkeit alle Fragen als Pflichtfragen zu markieren, so dass bei fehlenden Angaben die Frage erneut erscheint. Fragen können zudem nur optional angeboten werden, je nachdem wie die Frage davor beantwortet wurde.

Ein wichtiger Punkt bei schriftlichen Befragungen ist der Datenschutz und die Gewährleistung der Anonymität der Ergebnisse (Bortz & Döring 2006, Kirchhoff et al. 2008, Konrad 2006, Raithel 2006, Rost 2004, Wellenreuther 2000). LimeSurvey bietet die Möglichkeit, automatisch anonyme Umfragen zu erstellen und einen Datenschutzhinweis auf der Einführungsseite zu platzieren. Abbildung 6.7 zeigt die Startseite der im Rahmen der empirischen Überprüfung des Kompetenzstrukturmodells der Satellitenbild-Lesekompetenz erstellten Umfrage. Der Datenschutzhinweis befindet sich unterhalb des Titels der Befragung sowie der Begrüßung und Einführung der Schüler. Hier werden in einer Art Vorspann der Bezugsrahmen der Untersuchung vorgestellt und eine kurze Erklärung zum Ausfüllen des Fragebogens gegeben (Kirchhoff et al. 2008, Konrad 2006, Wellenreuther 2000).

Neben diesen wirtschaftlichen und technischen Aspekten spielt die weltweite Nutzung dieser Software für zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen eine Rolle bei der Auswahl (Neidhart & Lamb 2010, Schmidt 2007, Viehrig et al. 2011). So bieten (beispielsweise) die Universitäten Bern, Graz, Bremen, Gießen und die FernUniversität Hagen im deutschsprachigen Raum die Nutzung dieser Software auf ihren Internetseiten an. Im englisch-



Satellitenbilder lesen lernen - Wie gut kennst du dich aus?

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

der vorliegende Fragebogen wurde in der Abteilung Geographie an der Pädagogischen Hochschule Heidelberg entwickelt.

Er wird online durchgeführt, da du die Satellitenbilder in Farbe betrachten sollst!

Zum Teil werden auch Antworten auf bestimmte Fragen auf Folgeseiten gegeben. Das heißt für Dich beim Ausfüllen, dass Du nicht mehr auf vordere Seiten zurückblättern kannst. Hast Du einmal auf „Weiter“ geklickt, kannst Du nicht mehr zurück.

Vielen Dank für Deine Mitarbeit und viel Spaß beim Beantworten der Fragen.

Dipl.-Geogr. Isabelle Kollar und Prof. Dr. Alexander Siegmund

Eine Bemerkung zum Datenschutz Dies ist eine anonyme Umfrage.

Die Daten mit Deinen Antworten enthält keinerlei auf Dich zurückzuführende/identifizierende Informationen, es sei denn bestimmte Fragen haben explizit danach gefragt. Wenn Du für diese Umfrage einen Zugangsschlüssel benutzt hast, so kannst Du sicher sein, dass der Zugangsschlüssel nicht zusammen mit den Daten abgespeichert wurde. Er wird einer getrennten Datenbank aufbewahrt und nur aktualisiert, um zu speichern, ob Du diese Umfrage abgeschlossen hast oder nicht. Es gibt keinen Weg die Zugangsschlüssel mit den Umfrageergebnissen zusammenzuführen.

Umfrage verlassen und löschen

Weiter >>

Abb. 6.7: Begrüßungsseite des Online-Fragebogens der empirischen Untersuchung der Satellitenbild-Lesekompetenz (Quelle: eigene Darstellung aus Onlinebefragung)

sprachigen Raum nutzen (beispielsweise) die Universität Stanford, die Australian Catholic University oder die Universität Oxford diese Software (Australian Catholic University 2009, Fern-Universität Hagen 2011, Oxford University 2007, Stanford University 2011, Universität Bern 2010, Universität Graz 2011, Universität Bremen 2011, Universität Gießen 2011).

Die Umfrage war im Untersuchungszeitraum unter der folgenden Internetadresse abrufbar: www.ph-heidelberg.de/sblk. Mit der Wahl einer Online-Umfrage an Schulen werden technische Hürden bzw. Nachteile dieser Umfrageform in Kauf genommen. Die Nutzung eines PC-Pools stellt teilnehmende Lehrer vor organisatorische (Buchung des Raumes) wie technische Hürden (läuft die Befragung ohne Probleme?). Durch die potenziellen technischen Probleme besteht die Gefahr einer Selbstselektion der teilnehmenden Klassen bzw. Lehrer. So schreibt schon Bandilla über die Nutzung von Online-Umfragen: „Die Bedenken gegenüber dieser neuen Erhebungstechnik betreffen in der Hauptsache die unzureichende Repräsentativität und die zu erwartenden Stichprobenverzerrungen“ (Bandilla 1999: 9). Ähnlich argumentiert auch Hauptmann wenn er schreibt: „Man kann eigentlich jede Befragung im WWW als den Versuch einer Vollerhebung mit dem Resultat einer selbstselektierenden Stichprobe ansehen.“ (Hauptmanns 1999: 27). Die Bedenken dürften heute, zwölf Jahre nach Erscheinen der Aufsätze und in diesem Fall, einer Erhebung in Schulen, nur noch sehr eingeschränkt gelten. Dies haben beispielsweise gezielte Rückfragen bei den beteiligten Lehrer gezeigt. Außerdem sind Stichprobenverzerrungen auch bei Papier basierten Erhebungen zu erwarten. Die Teilnahmebereitschaft an einer Untersuchung hängt meist von dem persönlichen Interesse der Lehrer am befragten Thema ab (vgl. auch Bortz & Schuster 2010).

6.4 Methoden der Datenauswertung

Vor der eigentlichen Datenauswertung werden die Rohdaten aus der Online-Befragung gesichtet, im Hinblick auf Vollständigkeit bereinigt und größtenteils kodiert. Um die Datenqualität zu sichern, werden nur vollständige Antwortsets innerhalb des Fragenkatalogs zur Erfassung der Satellitenbild-Lesekompetenz berücksichtigt. Außerdem werden die Datensets über die Altersangaben bereinigt und nur Antworten von 14- bis 17-Jährigen, i. d. R. Schüler der 10. Klasse zugelassen.

Nachdem einige Aufgaben zusammengefasst sind (z.B. die Klassifikationsfragen, vgl. Anhang A.1), werden die geschlossenen Multiple Choice-Items der Kompetenzmessung dichotom in 1 = richtig und 0 = falsch kodiert. Daran schließt sich eine Häufigkeitsauszählung aller Items mit Angabe der Lösungshäufigkeiten, Trennschärfen und die Berechnung der Reliabilität an. Diese gibt die Zuverlässigkeit bzw. Messgenauigkeit eines Test an, mit der dieser das gesuchte Persönlichkeitsmerkmal misst (Bühner 2004, Gliem & Gliem 2003, Hartig & Jude 2007, Konrad 2006, Lienert & Raatz 1998, Raithel 2006, Rost 2004). Wenn keine individuelle Differenzierung angestrebt wird, sondern nur ein Vergleich zwischen Gruppen, ist laut Lienert & Raatz (1998) ein Reliabilitätskoeffizient (Cronbachs α) zwischen 0,5 und 0,7 ausreichend (Lienert & Raatz 1998: 14).

Die aus der Zusammenfassung und Kodierung resultierenden 55 Items zur Erfassung der Satellitenbild-Lesekompetenz werden im Rahmen der Item-Response-Theorie (IRT) mithilfe der Software ConQuest (Wu et al. 2007) ausgewertet. Dabei wird zum einen die Passung der Items auf ein gemeinsames Modell, die Schwierigkeit der Items im Hinblick auf die Zielgruppe und zum anderen die theoretisch konstruierte zweidimensionale Struktur sowie die vierteilige Stufung des Kompetenzmodells überprüft. Die zusätzlichen Fragen nach Alter, Geschlecht, Rot-Grün-Sehschwäche und Vorwissen werden in einem nächsten Schritt mithilfe klassischer Häufigkeits- und Varianzanalysen zusammen mit den aus ConQuest resultierenden Werten in SPSS (Version 19.0) ausgewertet und dienen der Beantwortung der weiteren Forschungsfragen.

Die IRT (auch probabilistische Testtheorie genannt) bietet unterschiedliche Modelle zur Beschreibung dichotomer Daten und erstellt Wahrscheinlichkeitsaussagen über latente, nicht direkt messbare Variablen. Die Fähigkeit oder Kompetenz einer Person, Satellitenbilder lesen zu können, kann nur indirekt über die Beantwortung von Fragen oder Items abgeprüft werden. Aufgrund der Beantwortung dieser Fragen und den daraus resultierenden manifesten Variablen können Rückschlüsse auf die zugrunde liegende latente Persönlichkeitsvariable „Satellitenbild-Lesekompetenz“ gezogen werden (Baumert et al. 2000, Bond & Fox 2007, Fischer & Molenaar 1995, Hartig & Jude 2007, Moosbrugger 2007, Rost 2004). Eine ausführliche Beschreibung der methodischen und statistischen Grundlagen der IRT ist u.a. bei Bond & Fox (2007) sowie Embretson & Reise (2000) zu finden.

Zur Berechnung von notwendigen Item- und Personenparameter bietet die IRT verschiedene Wahrscheinlichkeitsfunktionen, die laut Rost (1999, 2008) der klassischen Testtheorie überlegen sind: *„Für die Berechnung von Itemschwierigkeiten und Trennschärfen dichotomer Items gibt es in der klassischen Testtheorie kein mathematisch sinnvolles theoretisches Modell.“* (Rost 1999: 142). Dieser Standpunkt ist u.a. entscheidend für die Wahl dieser

Methode zur Überprüfung des Kompetenzmodells der Satellitenbild-Lesekompetenz. Weitere Vorteile der IRT wie eine Intervallskalierung bei ordinalskalierten Ausgangsdaten, die Invarianz von Messungen, strikte Eindimensionalität und die Unabhängigkeit von Item- und Personenparameterschätzungen sprechen für einen Mehrwert dieser probabilistischen Analyse gegenüber klassischen statistischen Verfahren (Embretson & Reise 2000, Moosbrugger 2002, Greiff 2009, Wilson 2003, Wright & Linacre 1989). Laut Greiff (2009) sind aus „*theoretischer Perspektive [...] die Messtheorien der IRT allemal der klassischen Messfehlertheorie vorzuziehen.*“ (Greiff 2009: 141).

Die wichtigsten in den IRT-Modellen ausgegebenen Parameter stellen die Schwierigkeit der Items und die Fähigkeiten der Personen (d. h. ihre Kompetenz) dar, die im Unterschied zur klassischen Testtheorie auf einer gemeinsamen Skala (Eindimensionalität) abgebildet werden können. Für die Bestimmung der Itemschwierigkeiten (σ) sind, sofern das Rasch-Modell gilt, Itemsummenscores ausreichend, d. h. die Anzahl richtiger Antworten für jedes Item. Auch für die Bestimmung der Personenfähigkeiten (θ) sind Personensummenscores bei Einhaltung des Rasch-Modells hinreichend, also die Anzahl der richtigen Antworten eines Befragten. Das Rasch-Modell gilt, wenn alle Items identische Trennschärfen haben. Damit ist nicht relevant, welches Item (schwierig oder leicht) eine Person löst bzw. welche Personen ein Item lösen, sondern die Menge der gelösten Items bzw. Zahl der Personen (Bond & Fox 2007, Moosbrugger 2007, Rost 2004). „*Die Zeilen- und Spaltensummenscores werden deshalb als erschöpfende (suffiziente) Statistiken bezeichnet*“ (Moosbrugger 2007: 230).

Ein einfaches, grundlegendes Modell der IRT ist das sog. Rasch-Modell (Rasch 1960), das zur Parameterschätzung das Prinzip des Maximum-Likelihood in einer logistischen Funktion nutzt. Diese Likelihood-Funktion berechnet in einem iterativen Prozess die Item- und Personenparameter bis die Funktion ihr Maximum erreicht bzw. bestimmte Abbruchkriterien (sogenannte Konvergenzkriterien) erfüllt sind (Rost 2004, Wu et al. 2007).

Die eingesetzte Software ConQuest verwendet zur Berechnung der Itemparameter die marginale Maximum-Likelihood-Methode (MML), der die Annahme einer normalverteilten Personenfähigkeit zugrunde liegt. Es sollen dabei gemäß der Gauß'schen Normalverteilung viele Personen eine mittlere und wenige eine hohe bzw. niedrige Fähigkeit, sprich Kompetenz besitzen. Die Personenparameter können als Plausible Values (PV's), Maximum Likelihood Estimates (MLE's) oder Weighted Likelihood Estimates (WLE's) angegeben werden (Wu et al. 2007). Die WLE-Methode beinhaltet nach Rost (2004) die „*besten Punktschätzer der individuellen Messwerte*“ (Rost 2004: 315) und gilt laut Walter (2005) als „*der beste unter den beschriebenen Personenparameterschätzern*“ (Walter 2005: 67). Für diese Arbeit werden daher WLE-Personenparameter genutzt und in ConQuest die Monte Carlo-Methode als numerische Integration eingesetzt (Volodin & Adams 1995, Wu et al. 2007).

Den Verlauf der Lösungswahrscheinlichkeiten jedes Items in Abhängigkeit der Personenfähigkeit zeigen sogenannte Item-Charakteristiken oder item-characteristic-curves (ICC's, vgl. Abb. 6.8).

Auf der X-Achse wird die Personenfähigkeit θ und die Itemschwierigkeit σ (gemeinsame Skala), auf der Y-Achse die Lösungswahrscheinlichkeit (von 0 bis 1) abgetragen. Eine logis-

tische Funktion (s.u.) gibt darin für jedes Item den Verlauf der Lösungswahrscheinlichkeit an. Am Wendepunkt der Kurve beträgt diese genau 50 %, sein Wert auf der X-Achse legt die Itemschwierigkeit fest. Hat eine Person einen niedrigeren Fähigkeitswert, ist die Lösungswahrscheinlichkeit für dieses Item kleiner als 50 %, ist der Fähigkeitswert größer, vergrößert sich damit auch die Lösungswahrscheinlichkeit für das Item. Entscheidend für die Lösungswahrscheinlichkeit für eine richtige Antwort $P(x_{vi} = 1)$ ist damit die Differenz zwischen Personenfähigkeit θ und Itemschwierigkeit σ (Baumert et al. 2000, Bond & Fox 2007, Jude 2006, Moosbrugger 2007, Rost 2004):

$$P(x_{vi} = 1) = f(\theta_v - \sigma_i)$$

Die einfache logistische Funktion des dichotomen Rasch-Modells (Bond & Fox 2007, Moosbrugger 2007, Rasch 1960, Rost 2004) mit e = Euler'sche Zahl (2,718), θ = Personenfähigkeit und σ = Itemschwierigkeit berechnet sich wie folgt:

$$P(x_{vi} = 1) = \frac{e^{\theta_v - \sigma_i}}{1 + e^{\theta_v - \sigma_i}}$$

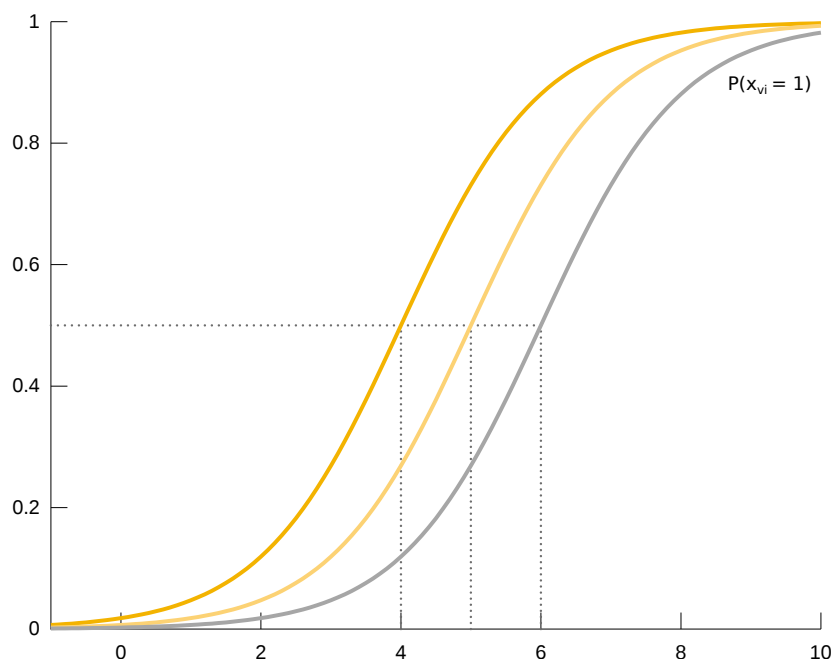


Abb. 6.8: Item-Charakteristiken idealer Items (Quelle: eigene Darstellung, verändert nach Jude 2006, Moosbrugger 2007)

Im modellkonformen, dichotomen Rasch-Modell haben alle ICC's den gleichen Verlauf und identische Trennschärfe, sie sind entlang der X-Achse verschoben und unterscheiden sich nur durch ihre Schwierigkeit (Jude 2006, Moosbrugger 2007, Rost 2004). Als Voraussetzung muss die lokale stochastische Unabhängigkeit, die Personenhomogenität und die spezifische Objektivität gegeben sein (Baumert et al. 2000, Einhaus 2007, Ingenkamp & Lissmann

2008). Lokale stochastische Unabhängigkeit besteht, wenn bei gleicher Fähigkeit der Personen die Items untereinander keinen Zusammenhang aufweisen (Bühner 2004, Moosbrugger 2007).

Die tatsächliche Verteilung der intervallskalierten Parameter θ und σ kann auf einer gemeinsamen Skala abgebildet werden und ermöglicht damit eine kriterienorientierte Testwertbeschreibung. ConQuest stellt diese gemeinsame Skala grafisch in einer Personen-Item-Karte dar (vgl. Abb. 7.1) (Bond & Fox 2007). Der Nullpunkt der Skala wird dabei auf eine mittlere Itemschwierigkeit ($\sigma = 0$) gelegt. Der durchschnittliche Personenfähigeitswert sollte ebenfalls nahe dem Nullpunkt liegen, damit der Test ein angemessenes Schwierigkeitsniveau für die Probanden aufweist und nicht zu schwer bzw. zu leicht ist. Durch die Visualisierung können die Form und Breite des Fähigkeitspektrums und eventuell auftretende Boden- oder Deckeneffekte sichtbar gemacht werden.

Um die Güte der entscheidenden Parameter abschätzen zu können, werden verschiedene Kennwerte wie die Reliabilität der Skala und Fitwerte der Items (wMNSQ, T-Werte) berechnet. Ähnlich wie Cronbachs α in SPSS, errechnet ConQuest die vergleichbare EAP/PV-Reliabilität als Maß für die Zuverlässigkeit des Tests. Diese berücksichtigt aber zudem fähigkeitsspezifische Standardfehler (Einhaus 2007, Rost 1999, 2004).

Nach der Überprüfung der Reliabilität werden die Items einzeln auf ihre Modellpassung bzw. Modellkonformität überprüft. Mit bestimmten Kennwerten wird bewertet, inwieweit die aus dem Modell vorhergesagten Lösungshäufigkeiten mit den beobachteten Häufigkeiten übereinstimmen. Entscheidend für die Itemselektion sind die sogenannten (gewichteten) Fit-Werte oder Indizes der Items. Rost (2004) bietet eine Übersicht über verschiedene Fit-Werte. Häufig wird der wMNSQ-Wert (weighted mean square oder gewichtete Abweichungsquadrat) angegeben. Er zeigt mit der individuellen Varianz gewichtete Abweichungsquadrate der Residuen zwischen erwarteter und beobachteter Itemantwort an (Bond & Fox 2007). Sein Erwartungswert ist 1, d. h. ein perfekt passendes Item besitzt einen Wert von 1. Adams & Wu (2002) legen den modellkonformen Bereich zwischen 0,8 und 1,2 fest, Bond & Fox (2007) zwischen 0,7 und 1,3. Diese Arbeit stützt sich auf die strengere Grenzwertinterpretation nach Adams & Wu (2002), da damit eine hohe Qualität der Daten erreicht werden kann.

WMNSQ-Werte > 1 weisen mehr Variationen im Antwortverhalten auf, als das Modell vorhersagt. Dies ist der Fall, wenn beispielsweise eine Person schwierige Items löst, aber viele einfache falsch beantwortet. Items mit einem sogenannten Underfit von wMNSQ $> 1,2$ sollen daher aus der Untersuchung ausgeschlossen werden. Items mit Fit-Werten < 1 passen „zu gut“ auf die Vorhersage des Modells und können ab einem Overfit von wMNSQ $< 0,8$ ebenfalls eliminiert werden (Adams & Wu 2002). Bei solchen Items ist die Item-Charakteristik steiler als erwartet, die Trennschärfen also hoch, was aber i.d.R. nicht problematisch erscheint (Bond & Fox 2007, Einhaus 2007). Zusätzlich zu den wMNSQ-Werten werden bei Stichproben von unter 300 befragten Personen die ausgegebenen gewichteten T-Werte berücksichtigt (Bond & Fox (2007): 43). Der modellkonforme Bereich dieser Werte liegt zwischen $+2$ und -2 , wobei $t > 2$ eine signifikante Abweichung vom Modell und zu niedrige Trennschärfen bedeutet, $t < 0$ zu hohe Trennschärfen (Bond & Fox 2007).

Vor allem im Rahmen der Pilotstudie wird die Modellpassung aller Items streng überprüft (vgl. Kap. 6.5.2). Nach dem Ausschluss von Items mit abweichenden Fit-Werten kann eine Itemhomogenität des Tests belegt werden, d. h. alle Items erfassen dieselbe latente Fähigkeit (Moosbrugger 2007, Rost 2004). Aber auch in der Hauptuntersuchung (vgl. Kap. 7.1) müssen alle Items entsprechende Fit-Werte aufweisen, um in die Analyse aufgenommen werden zu können.

Nach der Analyse der Modellkonformität der Items wird im Rahmen der Item-Response-Theorie die Überprüfung der Dimensionalität des Modells vorgenommen. Da keine globalen Modellgütemaße in der IRT errechnet werden, können nur spezifische alternative Modelle miteinander verglichen werden. Alternative klassische Verfahren sind beispielsweise konfirmatorische Faktorenanalysen oder Strukturgleichungsmodelle zur Bestimmung der Dimensionalität des Konstruktes. Laut Embretson & Reise lässt sich eine Faktorenanalyse aber nicht auf dichotome Daten wie die vorliegenden anwenden und wird deshalb vernachlässigt (Embretson & Reise 2000: 274).

Ein Instrument ist rasch-skalierbar, d. h. ein Test genügt innerhalb der IRT dem Modell, wenn keine signifikant abweichenden Items bzw. Personen vorliegen (Bond & Fox 2007). Ob ein eindimensionales oder zweidimensionales Modell die bessere Beschreibung der Daten erlaubt, kann durch Tests und direkten Vergleich informationstheoretischer Maße beurteilt werden. Wichtig ist hierbei die Anzahl der Parameter (also die Anzahl der Items und Dimensionen), die verglichen werden sollen. Die ausgegebenen Devianzmaße (final deviance) der Modelle können unter Einbezug der Freiheitsgrade (Differenz der Parameterzahl beider Modelle) auf einer χ^2 -Verteilung verglichen werden (Wu et al. 2007: 94, vgl. auch Embretson & Reise 2000). Wenn das strengere Modell, im vorliegenden Fall das eindimensionale Modell mit weniger Parametern signifikant schlechter auf die erhobenen Daten passt, wird zugunsten des zweidimensionalen Modells entschieden (Gollwitzer 2007, Rost 2004, Wu et al. 2007).

Nach der Überprüfung der Dimensionalität des Modells durch spezifische Vergleiche schließt sich die kriteriumsorientierte Interpretation der Messungen an, um die theoretische Stufung beider Kompetenzdimensionen in je vier Stufen qualitativ zu überprüfen. „*Grundvoraussetzung für eine kriteriumsorientierte Interpretation individueller Testwerte ist die Abbildung von Itemschwierigkeiten und Personenfähigkeiten auf einer gemeinsamen Skala.*“ (Rauch & Hartig 2007: 242, vgl. auch Hartig & Klieme 2006, Hartig 2007, Köller et al. 2001, Voss 2006). Da diese gemeinsame Skala durch die IRT-Auswertungsmethode gegeben ist (vgl. auch Abb. 6.9), kann inhaltlich beschrieben werden, welche Anforderungen bestimmte Personen bewältigen können, die mit hinreichender Sicherheit entsprechende Items lösen können (Rauch & Hartig 2007, vgl. Kap. 2.5).

Trotz resultierender Informationsreduktion wird aus Gründen der Vereinfachung, Veranschaulichung und leichteren Kommunizierbarkeit eine kontinuierliche Kompetenzskala in beliebig viele Kompetenzniveaus bzw. -stufen eingeteilt (vgl. Abb. 6.9). Inhaltlich können diese Abschnitte auf der Skala durch Aufgabeneigenschaften beschrieben werden, die dem Anforderungsniveau der jeweiligen Kompetenzstufe entsprechen (Hartig 2007, Voss 2006). Anhand der konkreten inhaltlichen Beschreibung charakteristischer Aufgaben können die quantitativen Testwerte qualitativ d. h. kriteriumsorientiert interpretiert werden. Wichtig

hierbei ist, dass die Aufgaben an dem „*Kriterium wohldefinierter Operationen gemessen*“ (Baumert et al. 2001: 310, Köller et al. 2001: 277), die Fragen also systematisch und inhaltsbezogen nach Operatoren beschrieben und von anderen Aufgaben abgegrenzt werden, die auf der entsprechenden Stufe noch nicht hinreichend gelöst werden können.

„Bei der Definition von Kompetenzniveaus ist nun die entscheidende Frage, wo die Grenzen zwischen den Niveaus gezogen werden“ (Hartig & Jude 2007: 235). Nach Adams & Wu (2002) sowie Hartig & Klieme (2006) ist die Einteilung in Stufen im Wesentlichen willkürlich und wird in PISA nach bestimmten Richtlinien definiert. Innerhalb einer Stufe müssen Personen, die dieser Stufe zugeordnet werden, mindestens die Hälfte der Items richtig beantworten können, und die Stufen innerhalb sowie zwischen parallelen Teildimensionen sollten in etwa gleich breit sein (Adams & Wu 2002, Hartig & Klieme 2006). Zur Charakterisierung der einzelnen Stufen können diejenigen Aufgaben herangezogen werden, die in der Nähe der Schwellen am Beginn der jeweiligen Stufe liegen (Baumert et al. 2001, Hartig & Jude 2007, Hartig & Klieme 2006, Hartig 2007, Köller et al. 2001, vgl. Abb. 6.9). Außerdem sollen die Schwellen nicht zu dicht beieinander liegen, um eine klare Trennung zwischen den Stufen zu gewährleisten (Hartig 2007)

Abbildung 6.9 verdeutlicht nochmals die Unterteilung der kontinuierlichen Kompetenzskala in unterschiedliche Kompetenzstufen, die vor allen durch Charakterisierung der Items in Nachbarschaft zu den Schwellen zwischen den Stufen gesetzt werden (Hartig & Jude 2007, Hartig 2007).

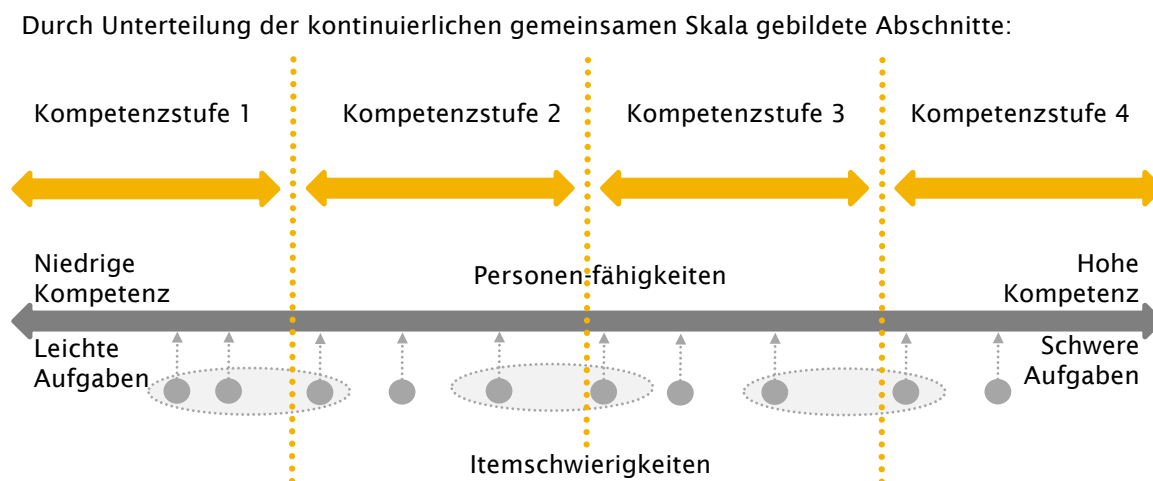


Abb. 6.9: Unterteilung der kontinuierlichen Kompetenzskala in distinkte Kompetenzstufen (Quelle: eigene Darstellung, verändert nach Hartig & Jude 2007, Hartig 2007)

Für die Beantwortung der weiteren Forschungsfragen (vgl. Kap. 6.1) wie z.B. die nach der bisherigen Beschäftigung der Schüler mit Satellitenbildern oder unterschiedlichen Fähigkeiten von Jungen und Mädchen werden ergänzend zu den IRT-Analysen zur Absicherung des Kompetenzstrukturmodells der Satellitenbild-Lesekompetenz Analysen der klassischen Testtheorie (KTT) gerechnet. Für die Analysen zur bisherigen Beschäftigung der Schüler mit Satellitenbildern (Forschungsfrage 1a und b) reichen deskriptive Häufigkeitsauszähl-

lungen sowie Korrelationsanalysen der klassischen Testtheorie aus. Um Zusammenhänge zwischen Daten zu analysieren und als signifikant auszuweisen, kann bei ordinalskalierten Daten (wie Nutzungshäufigkeiten) der Rangkorrelationskoeffizient Spearman-Rho errechnet werden. Die Werte des Korrelationskoeffizienten können zwischen $+1$ (perfekter positiver Zusammenhang) und -1 (perfekter negativer Zusammenhang) liegen. Nach Sedlmeier & Renkewitz liegt ein schwacher Zusammenhang bei etwa 0,1, ein mittlerer Zusammenhang bei ca. 0,3 und ein starker Zusammenhang bei etwa 0,5 (Sedlmeier & Renkewitz 2008: 221).

Um Leistungsunterschiede zwischen verschiedenen Gruppen unterschiedlichen Vorwissens (Forschungsfrage 2) zu erkennen, werden neben deskriptiven Mittelwertvergleichen der in ConQuest errechneten Fähigkeitswerte der Befragten (IRT) auf der Ebene der KTT in SPSS inferenzstatistische Verfahren wie Varianzanalysen durchgeführt.

Diese Analysen stellen restriktive Anforderungen an die intervallskalierten Daten. Die Fähigkeitswerte müssen der Normalverteilung genügen. Laut Rost sind sie jedoch robust gegenüber Abweichungen und können auch bei massiven Abweichungen angewendet werden (Rost 2007, Sedlmeier & Renkewitz 2008). Die Fähigkeitswerte in der Hauptuntersuchung aus der IRT genügen nach dem strengen Normalverteilungstest von Kolmogorov-Smirnov in einer gesamten sowie in beiden theoretischen Kompetenzdimensionen formal nicht den strengen Kriterien der Normalverteilung (jeweils $p < 0,001$), können jedoch nach visueller Einschätzung der Histogramme (vgl. Abb. 6.10 & 6.11) als weitgehend normalverteilt angenommen werden. Im Anhang werden die Q-Q-Diagramme der beiden Kompetenzdimensionen in Abbildung C.3 aufgeführt.

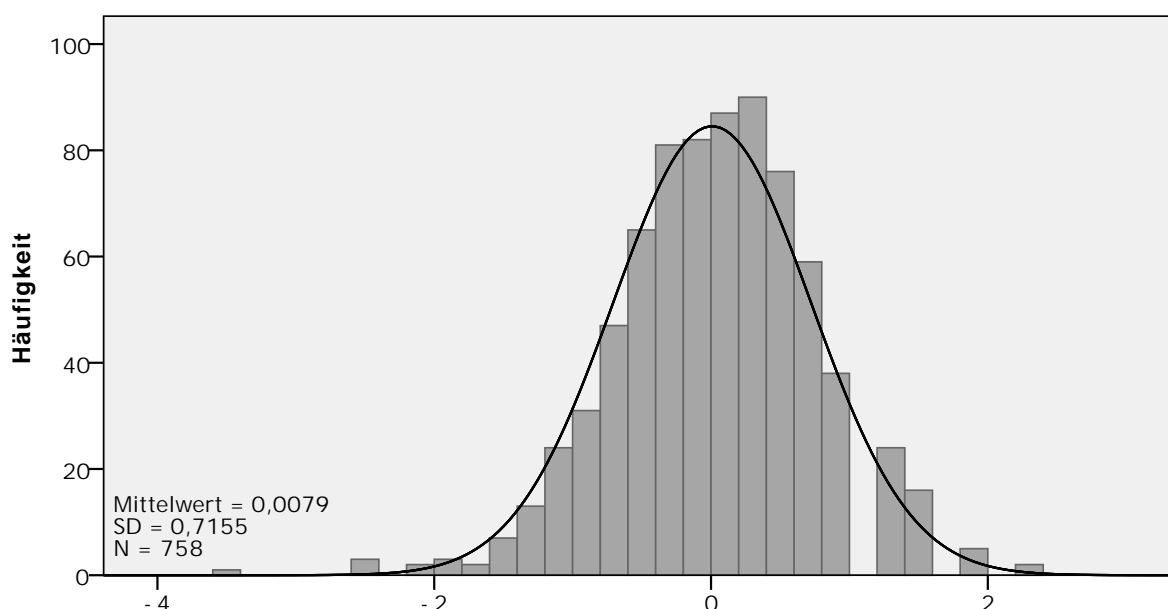


Abb. 6.10: Histogramm der ersten Kompetenzdimension „*Natürliches und indikatorisches Bildverstehen*“ des Satellitenbild-Lesekompetenzmodells (Quelle: eigene Darstellung aus Onlinebefragung)

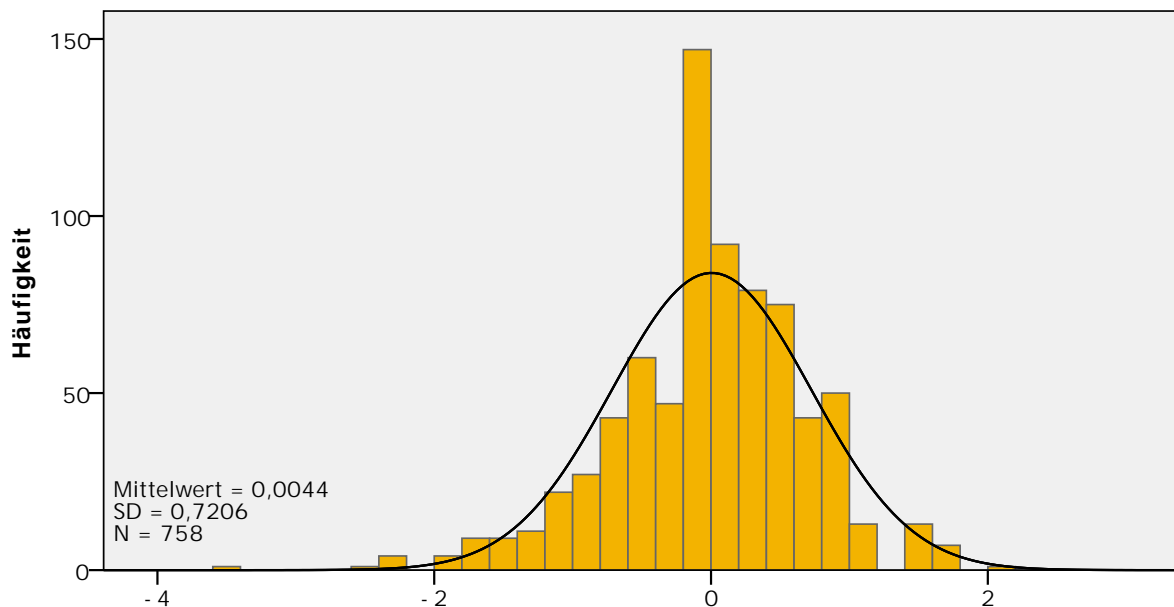


Abb. 6.11: Histogramm der zweiten Kompetenzdimension „Darstellen und Beurteilen des Aussagewertes“ des Satellitenbild-Lesekompetenzmodells (Quelle: eigene Darstellung aus Onlinebefragung)

Die Zusammenhänge zwischen der bisherigen Nutzung von Satellitenbildern und der Kompetenz, diese zu analysieren (Forschungsfrage 2), können mithilfe einfaktorieller Varianzanalysen errechnet werden. Dabei werden die Fähigkeitsmittelwerte zwischen mehr als zwei Gruppen (hier drei Nutzungshäufigkeiten) miteinander verglichen. Die Varianzanalyse gibt an, ob gefundene Unterschiede zwischen den Mittelwerten nicht zufällig, sondern statistisch signifikant auftreten (Brosius 2011, Janssen & Laatz 2007, Lienert & Raatz 1998).

Um jedoch nicht nur die Unterschiede als signifikant auszuweisen, sondern zusätzlich die Stärke des Effekts anzugeben, wird das Zusammenhangsmaß η^2 (Eta-Quadrat) angegeben. η^2 kann bei intervallskalierter abhängiger (Fähigkeiten) und ordinalskalierter unabhängiger Variable (Nutzungshäufigkeiten) berechnet werden und „gibt den Anteil der Varianz der abhängigen Variable an, der durch die unabhängige Variable erklärt wird“ (Janssen & Laatz 2007: 281). Konventionell werden kleine Effekte von η^2 zwischen 0,01 und 0,08, mittlere zwischen 0,09 und 0,24 und große Effekte bei 0,25 und mehr angenommen (Rost 2007: 218).

Eine weitere Effektstärkenberechnung wird mit dem Programm G*Power (Faul et al. 2007, 2009) durchgeführt, da bei größeren Stichproben auch kleine Unterschiede signifikant werden können (Janssen & Laatz 2007, Sedlmeier & Renkewitz 2008). Für mehr als zwei Gruppen (drei Nutzungshäufigkeiten) kann in G*Power die Effektstärke f für die zweite Forschungsfrage auf Grundlage des F-Tests berechnet werden. Die Werte von f zeigen einen kleinen Effekt bei $f = 0,1$, einen mittleren bei $f = 0,25$ und große Effekte bei $f = 0,4$ (Faul et al. 2007, 2009).

Für Forschungsfrage 3a („Gibt es Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen in Bezug auf die bisherige Beschäftigung mit Satellitenbildern?“) wird nach einer deskriptiven Beschrei-

bung und Gegenüberstellung der einzelnen relativen wie absoluten Werte der Nutzungshäufigkeiten der χ^2 -Tests nach Pearson zur Ermittlung von signifikanten Unterschieden angegeben. Um den Zusammenhang zwischen einer nominalen (Geschlecht) und ordinalen Variable (bisherige Beschäftigung mit Satellitenbildern) zu bestimmen, kommen der Phi Koeffizient und Cramers V zum Einsatz (Brosius 2011, Janssen & Laatz 2007).

Um Unterschiede zwischen Fähigkeiten von Jungen und Mädchen zu analysieren (Forschungsfrage 3b) werden, ähnlich wie bei der zweiten Forschungsfrage, inferenzstatistische Verfahren angewendet. Der t-Test vergleicht die Mittelwerte zweier Gruppen und prüft, ob die gefundenen Mittelwertunterschiede statistisch aussagekräftig bzw. signifikant sind. In der vorliegenden Studie kann der t-Test überprüfen, ob sich die Mittelwerte der Fähigkeiten (aus der IRT) zwischen den beiden Geschlechtern signifikant unterscheiden. Die Größe des Effekts kann ebenfalls durch η^2 bei intervallskalierter abhängiger (Fähigkeiten) und nominalskalierter unabhängiger Variable (Geschlecht) berechnet werden. Aus G*Power wird die Effektstärke d auf Grundlage des t-Tests (für zwei unabhängige Gruppen) berechnet. Kleine Effekte liegen bei $d = 0,2$ - $0,5$, mittlere bei $d = 0,51$ - $0,8$ und große Effekte bei $d > 0,8$ (Rost 2007).

6.5 Vortests und Überarbeitung der Befragung

Ein Vortest „*hat die Aufgabe, das vorläufige Instrument auf seine Anwendbarkeit, Vollständigkeit, Verstehbarkeit und Qualität (Einhaltung von Gütekriterien) [und] die Erhebungssituation*“ zu prüfen (Raithel (2006): 62, vgl. auch Schnell et al. 2008).

Bei der Überprüfung eines Erhebungsinstrumentes ist die Qualität, d. h. die Beschaffenheit der Fragen zu untersuchen. Sind diese für die jeweilige Zielgruppe verständlich und eindeutig formuliert und besitzen sie die theoretisch entwickelten Schwierigkeitsabstufungen? Gibt es sonstige Schwierigkeiten bei der Beantwortung, z.B. ungewohnte Bedienerführung, Verständlichkeit des Fragebogaufbaus, unnatürliche Erhebungssituationen usw.? Zusätzlich zur Klärung dieser Fragen dienen Vortests der Überprüfung der Qualität der Umfrage bzw. der Einhaltung der Gütekriterien Objektivität, Reliabilität und Validität (Bühner 2004, Kirchhoff et al. 2008, Konrad 2006, Raithel 2006, Roeder 2006, Schnell et al. 2008, Wellenreuther 2000).

Aus diesen vielfältigen Gründen werden auch im Rahmen der Fragebogenerstellung verschiedene Vortests und Optimierungen des Fragebogens durchgeführt. Einen Überblick über die einzelnen Vortest gibt Tabelle 6.2. Die fünf durchgeführten Vortests nutzen unterschiedliche Überprüfungsarten und haben jeweils verschiedene Schwerpunkte der Erprobung, z.B. die Überprüfung der Verständlichkeit, Schwierigkeit und Eindeutigkeit der Fragen und Antwortkategorien. Auch die Personengruppen und Anzahl der teilnehmenden Probanden variieren. Nach jedem Tests wird die vorläufige Version des Fragebogens anhand der Resultate modifiziert und erneut einer Prüfung unterzogen. Die näheren Erläuterungen der einzelnen Vortests folgen in den nächsten Kapiteln.

Art des Vortests	Fokus des Tests	Personengruppe
Ausfüllen des Fragebogens, Version 1	Verständlichkeit, Eindeutigkeit, Schwierigkeit, Interesse	Schüler der 10. Klasse, Gymnasium (n = 2)
Paraphrasing, Fragebogen, Version 2	Verständlichkeit, Eindeutigkeit, Schwierigkeit, Interesse	Schüler der 11. Klasse, Gymnasium (n = 2)
Expertenbefragung, Fragebogen, Version 3	Gestaltungsmerkmale der Online-Befragung, Effekte der Fragebogenanordnung, Auswahl der Satellitenbilder, Schwierigkeit	Experten der Satellitenbilddauswertung (n = 12)
Ausfüllen des Fragebogens, Version 4	Dauer, Online-Befragung im Schultest, Interesse und Belastung der Befragten, Verständlichkeit	Klasse 10, Gymnasium (n = 32)
Pilotstudie, Fragebogen, Version 5	Dauer, Verständlichkeit, statistische Überprüfung der Gütekriterien & der Kompetenzmodellierung	5 Klassen (8.-10. Klasse), Realschule und Gymnasium (n = 102)

Tab. 6.2: Übersicht über die verschiedenen Vortests zur empirischen Überprüfung der Satellitenbild-Lesekompetenz

6.5.1 Vortest-Reihen

Bei der ersten Überprüfung des Fragebogens, dem Ausfüllen des Fragebogens noch in Papierversion, liegt der Fokus auf der Verständlichkeit der Items und aufgeführten Antwortkategorien. Zwei Schüler der Zielgruppe einer 10. Gymnasialklasse beantworten schriftlich die Fragen und bewerten die Eindeutigkeit und Schwierigkeit der Aufgaben. Außerdem wird das Interesse und die Aufmerksamkeit der Befragten abgefragt.

Die zweite Fragebogenversion (ebenfalls noch auf Papier) durchläuft ein Paraphrasing, bei dem zwei Schüler die Fragen laut vorlesen und mit eigenen Worten wiedergeben sollen. Dabei lassen sich Schwierigkeiten der Formulierung oder ungewohnte Wörter identifizieren, die Belastungen und das Interesse der Teilnehmer einschätzen und dadurch die Verständlichkeit und Eindeutigkeit der Fragen weiter erhöhen.

Die dritte Überarbeitungsrunde übernehmen Fernerkundungsexperten, die den Fragebogen erstmals im Online-Format ausfüllen. Der Fokus dieses Vortests liegt neben der Einschätzung der Online-Befragung in Layout, Bedienerführung und Effekten der Fragenanordnung auf der Auswahl der Satellitenbilder und der Einschätzung der Schwierigkeit der dazugehörigen Fragen. Die beteiligten zwölf Experten sind Mitglieder der der Abteilung Geographie der Pädagogischen Hochschule Heidelberg und in der wissenschaftlichen Auswertung von Satellitenbildern geschult.

Der erste Einsatz der Online-Befragung in einem schulischen Computerraum, also in der eigentlichen Erhebungssituation, findet mit der vierten Fragebogenversion in einer 10. Klasse an einem Gymnasium in Baden-Württemberg statt. Hier kann erstmals die Befragungsdauer und die Belastbarkeit der Online-Befragung unter Schulbedingungen getestet werden. Darüber hinaus liefern die Ergebnisse weitere Indizien zum Interesse der Teilnehmenden sowie zur Verständlichkeit der Fragen und Antwortalternativen.

Wie bereits erwähnt, wird jede Fragebogenversion nach einem Vortest überarbeitet. Fragen werden zum einen geändert, ergänzt oder ganz ausgeschlossen, zum anderen neue Fragen und Fragetypen aufgenommen oder die Formulierungen angepasst sowie weitere Antwortmöglichkeiten aufgeführt. Auch die eingesetzten Satellitenbilder unterliegen Veränderungen, sie werden teilweise ausgetauscht, das Bildformat verkleinert oder Ausschnitte vergrößert und mit Nummern versehen (vgl. Abb. 6.4). Bei den beiden Klassifikationsaufgaben (vgl. Anhang A.1) werden die Klassenanzahlen verringert. Infolgedessen ergibt sich nach diesen Vortests eine neue Fragenreihenfolge.

6.5.2 Pilotstudie

Im Juli 2010 wird eine Pilotstudie unter realen Erhebungsbedingungen in vier Schulen (einer Realschule und drei Gymnasien) mit fünf Schulklassen der Klassen 8 bis 10 durchgeführt. Ziel ist neben der zeitlichen Einschätzung die statistische Prüfung der Gütekriterien und die Überprüfung der Kompetenzmodellierung. Dies beinhaltet neben einer Verteilungsanalyse der Items (gibt es Boden- oder Deckeneffekte?) eine Itemanalyse zu Itemschwierigkeiten und Trennschärfen sowie eine Kriterienkontrolle der Reliabilität und Validität (vgl. Bühner 2004).

An der Pilotstudie nehmen insgesamt 102 Schüler (38 Jungen, 63 Mädchen, 1 ohne Angabe) im Alter von 13 bis 17 Jahren teil (für einen genauen Überblick über die Pilotstudie vgl. Anhang B.1). Neben der Beantwortung des Online-Fragebogens erhalten die Schüler ein zusätzliches Blatt, um ihre Bearbeitungsdauer und Kommentare zum Fragebogen aufführen zu können. Die durchschnittliche Bearbeitungszeit liegt zwischen 35 und 50 Minuten. 45 Schüler geben zu Aufbau und Verständlichkeit der Online-Befragung auch eine Schulnote als Gesamteindruck ab, die im Schnitt bei 2,0 liegt.

Bei den Kommentaren wird v.a. die Bearbeitungsdauer angesprochen (12 mal „*lange/zu lange*“), fehlende Abwechslung bei den Fragetypen (6 mal „*langweilig/immer gleiche Fragen*“), technische Probleme bei der Beantwortung (3 mal) oder Schwierigkeiten mit Falschfarben-Satellitenbildern (3 mal). Vier Kommentare bescheinigen dem Fragebogen Interesse und sechs Schüler hätten gerne die Lösungen am Ende gesehen. Uneinigkeit besteht bei der Einschätzung der Schwierigkeit des Fragebogens, drei Kommentare finden ihn „*nicht zu schwer*“, zwei jedoch „*zu schwer*“.

Wie auch der endgültige Fragebogen besteht der der Pilotstudie hauptsächlich aus Items zur Kompetenzmodellierung sowie soziodemographischen Fragen und Vorwissensfragen. Da der Fokus der Pilotstudie auf der Prüfung der Gütekriterien sowie der Überprüfung der Dimensionalität des Kompetenzmodells liegt, werden die zusätzlichen Fragen zur Klärung der weiteren Forschungsfragen, z.B. nach der bisherigen Beschäftigung mit Satellitenbildern in der Auswertung der Pilotstudie nicht berücksichtigt.

Zur Vorbereitung der Analyse des Kompetenzmodells werden die entsprechenden 96 Items dichotom codiert (0 = falsch, 1 = richtig). Die Items werden mit einer hohen mittleren Lösungshäufigkeit von 69,5 % von den befragten Schülern gelöst, die drei leichtesten Items mit 98 %, das schwerste Item mit 10,8 %. In Tabelle B.2 im Anhang werden alle Lösungshäufig-

Lösungshäufigkeiten	Anzahl Items	Trennschärfen	Anzahl Items
selten (< 20 %)	2	negativ (< 0,0)	2
mittel (20-80 %)	56	niedrig (0,0-0,3)	38
hoch (> 80 %)	38	mittel (0,3-0,5)	37
		hoch (> 0,5)	19

Tab. 6.3: Lösungshäufigkeiten und Trennschärfen der Items der Pilotstudie zur Überprüfung der Satellitenbild-Lesekompetenz (Quelle: eigene Onlinebefragung)

keiten sowie weitere Kennwerte zu den Items aufgeführt. Die Reliabilität des Fragebogens, also die Messgenauigkeit des Tests, ist mit einem Cronbachs α von 0,908 sehr gut, die Trennschärfen der Items variieren zwischen -0,12 und 0,67. Trennschärfen kleiner 0,3 gelten als niedrig, zwischen 0,3 und 0,5 als mittel und größer 0,5 als hoch (Bühner 2004: 129, vgl. auch Tab. 6.3).

In Tabelle 6.3 wird eine Verteilung der Lösungshäufigkeiten sowie der Trennschärfen angegeben. Nur zwei Items können maximal von 20 % der befragten Schüler beantwortet werden, der Großteil der Items (56) liegt wie zu erwarten in einem mittleren Schwierigkeitsbereich und erreicht 20-80 % richtige Antworten. Mit über 80 % können 38 Items gelöst werden, was eine hohe Anzahl an leichten Items darstellt. Die Trennschärfen werden in Tabelle 6.3 in vier Bereiche eingeteilt. Insgesamt 40 Items weisen mit $< 0,3$ eine negative bzw. eine niedrige Trennschärfe, 37 Items eine mittlere (0,3-0,5) und 19 eine hohe Trennschärfe von $> 0,5$ auf.

Die Auswertung der Kompetenzitems erfolgt durch die Item Response Theorie mit dem Programm ConQuest (Wu et al. 2007). Zur genaueren Beschreibung der Auswertung vgl. Kapitel 6.4. In Abbildung 6.12 wird die Verteilung der Personen und aller 96 Items der Pilotstudie ohne Veränderungen durch Itemausschlüsse o. Ä. auf einer eindimensionalen Skala abgebildet. Die Personenfähigkeiten der befragten Schüler (links) sind nahezu normal verteilt. Auffallend ist eine Häufung von Items (rechts) mit geringer bis mittlerer Schwierigkeit, die auch aus Tabelle 6.3 ersichtlich ist. Diese Items werden in der Personen-Item-Verteilung im unteren Bereich abgebildet.

Als Ergebnis kann daher festgehalten werden, dass für die befragten 102 Schüler die Itemauswahl etwas zu leicht ist. Statistische Kennwerte zu dieser Analyse können in Tabelle 6.4 unter 1. Skalierung sowie im Anhang in Tabelle B.2 eingesehen werden.

Tabelle 6.4 gibt mit wichtigen statistischen Kennwerten einen Überblick über die verschiedenen Skalierungen der Pilotstudie. In der Tabelle werden zunächst die Anzahl der teilnehmenden Schüler aufgeführt. In allen Skalierungen werden 102 Personenwerte genutzt. Die Anzahl der Items variiert zwischen allen gestellten 96 Items (1. Skalierung) und nach mehreren Ausschlüssen noch 65 Items (4. Skalierung). Der dritte Kennwert, „Anzahl der Iterationen“ bezieht sich auf die statistische Berechnungsschleifen von ConQuest, die abhängig von der Anzahl der Fragen mit jeder Skalierung abnehmen. Die Werte der Endabweichung (*Final Deviance*) werden herangezogen, um die Modellpassungen unterschiedlicher

Statistische Kennwerte	1. Skalierung eindimensional, ohne Änderung	2. Skalierung eindimensional, 26 Items entfernt	3. Skalierung zweidimensional, 26 Items entfernt	4. Skalierung zweidimensional, 31 Items entfernt
Anzahl der befragten Schüler (n)	102	102	102	102
Items (Anzahl der Fragen)	96	70	70	65
Anzahl der Iterationen	29	23	23	21
Endabweichung (Final deviance)	9046,797	7337,826	7317,155	6874,036
Anzahl der geschätzten Parameter	97	71	73	68
EAP/PV Reliabilität	0,882	0,881	0,829/0,847	0,834/0,846
Varianz	0,669	0,664	0,604/0,868	0,609/0,866

Tab. 6.4: Statistische Kennwerte der verschiedenen Rasch-Skalierungen der Pilotstudie zur empirischen Überprüfung der Satellitenbild-Lesekompetenz (Quelle: eigene Onlinebefragung)

Skalierungen zu vergleichen. Die Anzahl der geschätzten Parameter hängt wiederum mit der Anzahl der Items zusammen und sinkt daher mit den aufgezeigten Skalierungen.

Die in Abbildung 6.12 umrandeten und durchgestrichenen Itemnummern werden nach und nach aus unterschiedlichen Gründen aus der Skalierung ausgeschlossen. Nach der ersten Skalierung aller Werte (vgl. Tab. 6.4) liegen vier Items mit $T > |2|$ außerhalb der Modellpassung (vgl. Kap. 6.4). Sie werden in einem ersten Schritt aus der Analyse ausgeschlossen (und sind in Abb. 6.12 dunkelgrau umrandet). In Tabelle 6.5 werden diese vier Items mit ihren T-, wMNSQ-Werten und der Trennschärfe aufgeführt. Für eine weitere Skalierung werden zudem 22 Items ausgeschlossen, die für die befragte Zielgruppe zu leicht sind (über 65 % richtige Antworten, in Abbildung 6.12 hellgrau markiert).

Infit	Item 2	Item 30	Item 79	Item 87
T	2,6	2,6	2,5	2,4
wMNSQ	1,21	1,22	1,24	1,19
Trennschärfe	0,06	0,05	-0,02	0,05

Tab. 6.5: Ausgeschlossene Items mit Underfit der Pilotstudie (Quelle: eigene Onlinebefragung)

Wie bereits erwähnt, erfolgt die erste Skalierung mit allen 96 Items ohne Änderungen, d. h. ohne Itemsausschlüsse. Die Items werden eindimensional (auf einer Skala, vgl. auch Abb. 6.12) einer globalen Satellitenbild-Lesekompetenz zugeordnet. Im Vergleich dazu werden vor der zweiten, eindimensionalen Skalierung insgesamt 26 Items aus der Berechnung eliminiert, 4 Items weisen einen Underfit aus, 22 Items sind zu leicht für die Zielgruppe. Daher wird nur mit 70 Items weiter gerechnet. Im Vergleich mit der ersten Skalierung wird in Tabelle 6.4 ersichtlich, dass alle Reliabilitäts- und Varianzwerte in etwa gleich bleiben, der Wert der Endabweichung (auch bedingt durch den Ausschluss von 26 Items) sich jedoch verringert.

Interessant ist der Vergleich zwischen zweiter und dritter Skalierung (vgl. Tab. 6.4), da bei beiden die Datengrundlagen mit 70 Items identisch sind. Der Unterschied besteht in

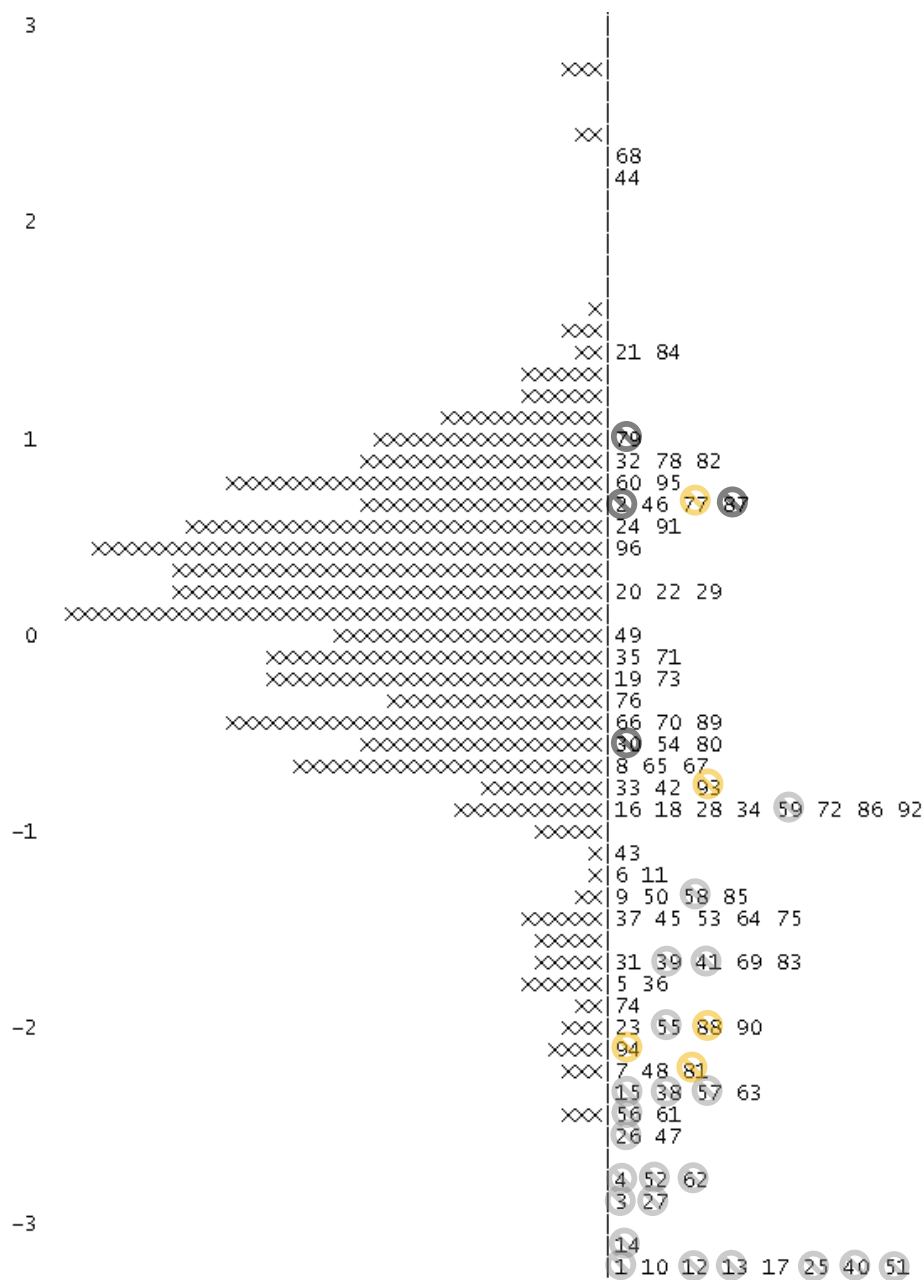
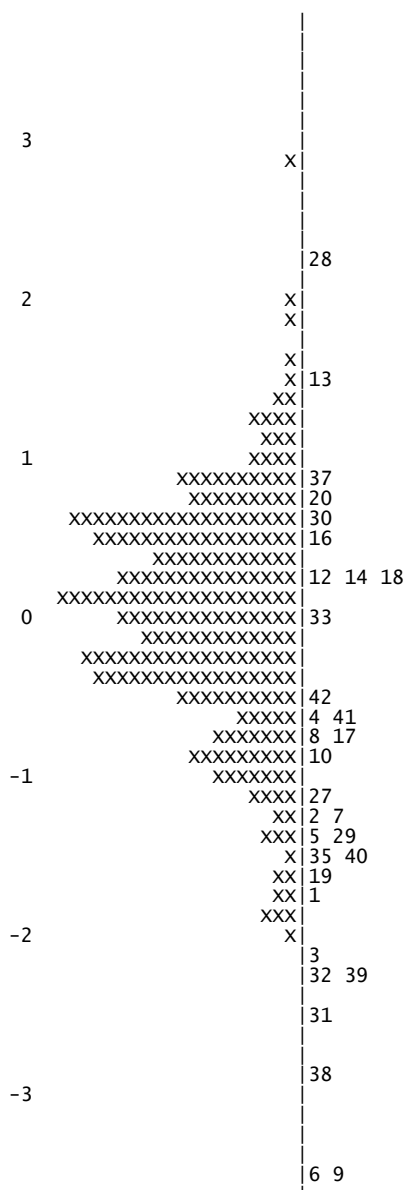


Abb. 6.12: Erste Skalierung der Personen und Items der Pilotstudie zur empirischen Überprüfung der Satellitenbild-Lesekompetenz (n = 102) (Quelle: eigene Onlinebefragung)

der ein- bzw. zweidimensionalen Skalierung der Fragen. In der zweiten Skalierung sind alle Items eindimensional einer generellen Satellitenbild-Lesekompetenz zugeordnet. In der dritten Skalierung werden die Items theoriebasiert den beiden Dimensionen der Satellitenbild-Lesekompetenz entsprechend aufgeteilt. Items für die erste Dimension „*Natürliches und indikatorisches Bildverstehen*“ werden nun dieser zugeordnet. Items der zweiten Dimension „*Darstellen und Beurteilen des Aussagewertes*“ werden dieser zugewiesen. Wird auf Grundlage der beiden Endabweichungen die bessere Modellpassung berechnet, so passt das strengere eindimensionale Modell (2. Skalierung) signifikant schlechter auf die Daten als das

Dimension 1:

„Natürliches und indikatorisches Bildverstehen“



Dimension 2:

„Darstellen und Beurteilen des Aussagewertes“

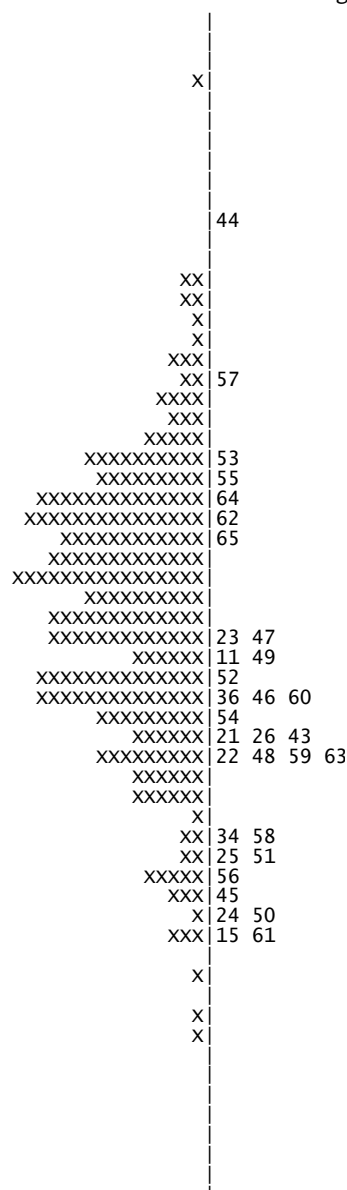


Abb. 6.13: Zweidimensionale Skalierung der Personen und Items der Pilotstudie zur empirischen Überprüfung der Satellitenbild-Lesekompetenz nach allen Änderungen (4. Skalierung, $n = 102$) (Quelle: eigene Onlinebefragung)

zweidimensionale Modell (3. Skalierung) ($\chi^2 = 14,55$; $df = 2$, $p = 0,01$). Dies bestätigt die theoretische Annahme von einer Teilung der Satellitenbild-Lesekompetenz in zwei getrennte Dimensionen. Reliabilität und Varianz werden bei einer zweidimensionalen Skalierung für jede Dimension separat berechnet, der erste Wert in Tabelle 6.4 bildet Dimension 1 ab, der zweite Dimension 2.

Für die 4. Skalierung werden weitere fünf Items aus der Berechnung ausgeschlossen, die bei einer zweidimensionalen Skalierung Infit-Werte über $T > |2|$ aufweisen (in Abb. 6.12

gelb umrandet). Die zweidimensionale Skalierung rechnet also mit den restlichen 65 Items. Mit Reliabilitätswerten von über 0,7 ist auch diese Skalierung reliabel und geeignet, den verbleibenden Itempool zu bestätigen.

Abbildung 6.13 zeigt auf Grundlagen der 4. Skalierung in Tabelle 6.4 eine zweidimensionale Skalierung der Personenfähigkeiten und Itemschwierigkeiten. In der Abbildung werden links die Fähigkeiten der Personen und Itemschwierigkeiten in Dimension 1, rechts die der zweiten Dimension aufgeführt.

Die Pilotstudie als letzter Vortest vor der Hauptuntersuchung dient vor allem der Überprüfung der Gütekriterien und des zweidimensionalen Aufbaus des Kompetenzstrukturmodells. Nach Ausschluss einiger Items mit ungenügenden Itemfitwerten und zu geringer Schwierigkeit zeigt sich eine signifikant bessere zweidimensionale Modellpassung gegenüber einer eindimensionalen Skalierung. Der Fragebogen kann außerdem als reliabel ausgewiesen werden. Eine norm- und kriterienorientierte Überprüfung der theoretischen Kompetenzstufen bzw. -niveaus wird in der Pilotstudie nicht vorgenommen und erfolgt bei der eigentlichen Hauptuntersuchung.

Die verbleibenden 65 Items der Pilotstudie werden in die Endversion des Fragebogen übertragen. Sie sind alle modellkonform, decken ein möglichst breites Kompetenzspektrum in beiden Inhaltsdimensionen ab und können gemeinsam in einer Schulstunde bearbeitet werden. An wenigen Items werden kleinere Änderungen vorgenommen, z.B. Satellitenbilder ausgetauscht oder zusätzliche Items integriert. Für die Hauptstudie stehen am Ende 55 Items zur Verfügung.

Die Itemkarte in Tabelle 6.6 listet alle Items der Hauptstudie mit weiteren Eigenschaften auf. Nach der konkret gestellten Frage folgen in Klammer zum Teil Unterfragen bzw. die Beschreibung der Satellitenbildausschnitte, gefolgt von der Verortung der gezeigten Satellitenbilder. RNK steht hierbei für Ausschnitte aus dem Rhein-Neckar-Kreis. Die Bezeichnung „Zelle (D/S)“ bezieht sich auf die Einordnung der Fragen in das theoriebasierte Kompetenzstrukturmodell und definiert die zur Frage gehörige Dimension/Stufen-Zelle. 1/3 bedeutet in diesem Fall eine Frage innerhalb der dritten Stufe der ersten Dimension. EF und FF beschreiben die eingebundenen Satellitenbilder, wobei EF für Echtfarben-, FF für Falschfarben-Satellitenbilder stehen. Der vollständige Fragebogen findet sich in Anhang A.1. Die mit * gekennzeichneten Fragen werden in Kapitel 6.3.1 näher erläutert.

Aufgabe	Ort	Zelle (D/S)	EF	FF
Welche der folgenden Aussagen trifft auf das Gebiet zu? (landwirtschaftlich geprägt, größtenteils bewaldet, großer Fluss)	RNK	1/1	x	
Welche Bedeutung haben die weißen Flächen in den beiden Ausschnitten? (Wolken, Schnee)*	Himalaya	1/1	x	
Das Satellitenbild wurde im Sommer aufgenommen. Wie hoch könnte das Gebiet im oberen Teil des Bildes gelegen sein?	Himalaya	1/3	x	
Welche der folgenden Skizzen bildet das Satellitenbild am besten ab?	Himalaya	2/1	x	
Erstelle eine Legende für das Satellitenbild, indem du die richtigen Beschriftungen ankreuzt. (Landwirtschaft, Wolken, Wolkenschatten, Wüste)	Kairo	1/1	x	
In welcher Region könnte dieses Satellitenbild aufgenommen worden sein?	Kairo	1/3	x	
Welche der folgenden beschrifteten Skizzen bildet das Satellitenbild am besten ab?	Kairo	2/1	x	
Ordne die folgenden Ausschnitte vom ältesten Zeitpunkt bis zum jüngsten, indem du den Bildern die entsprechende Jahreszahl zuweist.	Las Vegas	1/4	x	
Welche Merkmale kann man besser auf einem Echtfarben-, auf einem Falschfarben-Satellitenbild oder auf beiden gleich gut erkennen? (Täler, Vegetation, Wasserflächen)	RNK	1/4	x	x
Welche der folgenden beschrifteten Skizzen bildet das Satellitenbild am besten ab?	RNK	2/2		x
Erstelle eine Legende für dieses Satellitenbild, indem du die richtigen Beschriftungen ankreuzt. (Waldflächen, gerodete Flächen)	Regenwald	1/2		x
Welche Bedeutung haben die weißlichen/bläulichen Flächen?	Regenwald	1/2		x
Wo auf der Erde könnte dieses Satellitenbild aufgenommen worden sein?	Regenwald	1/3		x
Welche der folgenden Skizzen bildet das Satellitenbild am besten ab?	Regenwald	2/2		x
Welche der folgenden Skizzen bildet das Satellitenbild am besten ab?	USA	2/1	x	
Was könnte die Ursache für die Zerstörung sein?*	USA	1/3	x	
Was könnte die Ursache sein für die großflächigen Veränderungen zwischen 1987 und 2000?*	Almeria	1/4	x	
Erstelle eine Legende für das Falschfarbensatellitenbild, indem du die richtigen Beschriftungen ankreuzt. (Gebirge, Wasserflächen, Wolken)	Sumatra	1/2		x
Warum hat in diesem Ausschnitt die Fläche eine hellere Färbung als ihre Umgebung?	Sumatra	1/2		x
Welche der folgenden Skizzen bildet das Satellitenbild am besten ab?*	Sumatra	2/2		x
Kannst du im Satellitenbild erkennen, aus welcher Richtung der Wind weht?	Dubai	1/3	x	
Welche der folgenden beschrifteten Skizzen bildet das Satellitenbild am besten ab?	Istanbul	2/2		x
Welche Bedeutung haben die bunten Farben im Satellitenbild rechts? Vergleiche die Farben mit den Echtfarben-Satellitenbild links.	Tagebau	1/4	x	x
Welches Thema ist auf den thematischen Karten, die aus dem Satellitenbild abgeleitet wurden, dargestellt?	Teneriffa	2/1	x	
Welche Ursache könnte verantwortlich für die Veränderungen auf den drei Bildern sein?	Mt. St. Helens	1/4	x	
Ordne den Farben die entsprechende Landnutzungs-kategorie zu.	Kraichgau	2/1	x	
Ordne den Farben die entsprechende Landnutzungs-kategorie zu.	Oberrhein	2/2		x
Welches der folgenden Satellitenbilder ist für die Überwachung von landwirtschaftlichen Nutzflächen am besten geeignet?	versch.	2/3	x	
Auf welchem der folgenden Satellitenbilder ist am besten der Unterschied zwischen Schnee und Gletschereis zu erkennen?	Großglockner	2/3	x	
Welches der folgenden Satellitenbilder ist für die Wettervorhersage am besten geeignet?*	versch.	2/3	x	
Welches der folgenden Satellitenbilder ist am besten geeignet, um Vegetationsflächen von der Umgebung zu unterscheiden?	Tignes	2/3	x	x
Welches der folgenden Satellitenbilder ist am besten geeignet, um Siedlungsflächen von der Umgebung abzugrenzen?	Frankfurt	2/3	x	x
Stimmt es, dass es mithilfe von Satellitenbildern aus dem All möglich ist, ...*	kein	2/4		

Tab. 6.6: Itemkarte aller Items der empirischen Überprüfung der Satellitenbild-Lesekompetenz (Quelle: eigene Onlinebefragung)

6.6 Datenerhebung der Hauptstudie

Da eine Untersuchung der Satellitenbild-Lesekompetenz aller baden-württembergischen Gymnasiasten der 10. Klasse angestrebt wird, muss eine Genehmigung direkt beim Kultusministerium in Stuttgart eingeholt werden und nicht nur bei einem oder mehreren der vier Regierungspräsidien (Genehmigungsssschreiben vgl. Anhang A.2).

Der Online-Fragebogen (vgl. Anhang A.1) wird am 5. Oktober 2010 zur Beantwortung freigeschaltet. Der Zeitraum der Datenerhebung soll sich bis Ende November erstrecken, wird jedoch bis zu den Weihnachtsferien 2010 ausgeweitet.

Alle Gymnasien Baden-Württembergs werden am 5. und 6. Oktober 2010 per E-Mail bzw. per Post angeschrieben und zur Teilnahme an der Untersuchung aufgerufen. Die Adressen der Schulen werden aus Listen des Kultusministeriums extrahiert oder auf den einzelnen Schulhomepages ermittelt. Ist keine E-Mailadresse der Schule aufzufinden, wird an diese Schulen (ca. 50) ein Brief versendet.

Inhalt der E-Mails wie auch der Briefe sind folgende Unterlagen: ein Anschreiben, um auf die Untersuchung aufmerksam zu machen und zur Teilnahme zu motivieren, ein Informationsblatt als Durchführungshilfe der Online-Befragung inklusive Link auf die Befragungsplattform sowie ein Schreiben des Kultusministerium zur Genehmigung der Studie (vgl. Anhang A).

Eine erste geplante Befragung der Schüler ist auf eine Doppelstunde ausgelegt und wird unter anderen deshalb vom Kultusministerium abgelehnt. Nach Kürzung des Fragebogens auf 45 Minuten und einem weiteren Vortest erfolgt die Genehmigung der neuen Fassung durch das Kultusministerium in Stuttgart (vgl. Anhang A.2).

Das Anschreiben macht nach einer kurzen Einführung in die Thematik von Satellitenbildern im Unterricht auf die Studie und den Online-Link (<http://www.ph-heidelberg.de/sblk>) aufmerksam. Außerdem wird auf die Durchführung in den 10. Klassen in einer 45-minütigen Unterrichtsstunde hingewiesen. Als Motivation zur Teilnahme an der Studie besteht die Möglichkeit, eine nach eigenen Wünschen gestaltete Fortbildung im Rahmen der „GIS-Station – dem Klaus-Tschira-Kompetenzzentrum für digitale Geomedien“ kostenfrei zu „buchen“. Ein solcher Anreiz zur Erhöhung der Testmotivation wird in unterschiedlicher Literatur zu Fragebogenuntersuchungen vorgeschlagen (Kirchhoff et al. 2008, Konrad 2006, Rost 2004). Bei Interesse können weitere Informationen zu Satellitenbildern im Unterricht sowie Ergebnisse der Studie zugeschickt werden (vgl. Anhang A.3).

Das Informationsblatt gibt weitere Hinweise zur Durchführung der Online-Befragung im Klassenrahmen (vgl. Anhang A.4). Hier wird nochmals auf die Zielgruppe der 10. Klassen hingewiesen sowie auf den zeitlichen Umfang der Befragung, einer 45-minütigen Schulstunde. Aufmerksam gemacht wird außerdem darauf, dass die Beantwortung der Online-Befragung im Computerraum von jedem Schüler in Einzelarbeit sowie ohne Unterbrechung absolviert werden soll. Damit soll die Validität der Ergebnisse gesichert und Gemeinschaftsantworten weitgehend ausgeschlossen werden. Im Einzelnen ist das jedoch nicht überprüfbar. Zusätzlich enthält das Informationsblatt den Online-Link zum Fragebogen sowie einen Screenshot der Einführungsseite, um den Fragebogen und die Gestaltung kennen zu lernen.

Ergebnisse der empirischen Überprüfung des Kompetenzstrukturmodells der Satellitenbild-Lesekompetenz

Für die Hauptuntersuchung zur empirischen Überprüfung des Kompetenzstrukturmodells der Satellitenbild-Lesekompetenz können nach Bereinigung aller Antworten und Sicherstellung der Datenqualität 758 Fragebögen in die Analyse einbezogen werden. Tabelle 7.1 gibt einen Überblick der Altersstruktur und des Geschlechts der Befragten. Insgesamt nahmen 402 Mädchen und 352 Jungen (4 ohne Angabe) der 10. Gymnasialklassen in Baden-Württemberg im Alter von 14 bis 17 Jahren an der Befragung teil.

Alter	weiblich	männlich	Gesamt
14	10 42 %	14 58 %	24 100 %
15	247 55 %	199 45 %	446 100 %
16	130 54 %	112 46 %	242 100 %
17	15 36 %	27 64 %	42 100 %
Gesamt	402 53 %	352 47 %	754 100 %

Tab. 7.1: Altersstruktur und Geschlecht der teilnehmenden Schüler der Hauptstudie (n = 754) (Quelle: eigene Onlinebefragung)

Bei der Entwicklung der Befragung und Auswertung der Daten wurde auf die Einhaltung der Testgütekriterien Objektivität, Reliabilität und Validität geachtet. Durch eine quantitative, online-basierte und geschlossene Umfrageform kann die Durchführungs-, Auswertungs- und Interpretationsobjektivität gewährleistet werden, da keine Interviewereffekte beachtet oder Kodierungen offener Antworten vorgenommen werden müssen (Bühner 2004, Raithel 2006, Rost 2004). Die Messgenauigkeit eines Test bzw. seine Reliabilität wird oft durch den Koeffizienten Cronbachs α angegeben (Bühner 2004, Hartig & Jude 2007, Konrad 2006, Raithel 2006, Rost 2004). Die Validität eines Tests kann mithilfe verschiedener Überlegungen oder Korrelationen überprüft werden (Hartig & Jude 2007). Die Messung ist „intern valide, wenn

die Untersuchungsergebnisse eindeutig für oder gegen die Hypothese sprechen“, in diesem Fall also das Kompetenzmodell bestätigen, was im Folgenden überprüft wird (Bortz & Döring 2006: 504, vgl. auch Rost 2004).

7.1 Überprüfung des Kompetenzstrukturmodells

Die Hauptuntersuchung legt den Schülern im Rahmen des Kompetenzstrukturmodells insgesamt 55 Items vor, die nach einer dichotomen Kodierung deskriptiv ausgewertet werden. Mithilfe von Häufigkeitsauszählungen ergibt sich eine mittlere Lösungshäufigkeit von 59,2 %. Tabelle 7.2 stellt die Lösungshäufigkeiten und Trennschärfen der Kompetenzitems in aggregierter Form dar, die durch eine erste eindimensionale Skalierung (der IRT) errechnet werden. Eine Übersicht über alle Items gibt Tabelle C.1 im Anhang. Die meisten Items weisen eine mittlere Lösungshäufigkeit auf und können von 20-80 % der Befragten richtig gelöst werden, das leichteste Item von 97,5 %, das schwerste von 12,7 %. Die Verteilung der Trennschärfen lässt erkennen, dass die Mehrzahl der Items niedrige Trennschärfen besitzt, 23 Items liegen beispielsweise im Bereich von 0,20-0,29, kein Item hat hohe Trennschärfen über 0,5.

Lösungshäufigkeiten	Anzahl Items	Trennschärfen	Anzahl Items
selten (< 20 %)	3	negativ (< 0,0)	1
mittel (20-80 %)	42	niedrig (0,0-0,3)	35
hoch (> 80 %)	10	mittel (0,3-0,5)	19
		hoch (> 0,5)	0

Tab. 7.2: Lösungshäufigkeiten und Trennschärfen der Items der Hauptstudie (Quelle: eigene Onlinebefragung)

7.1.1 Überprüfung der Dimensionalität

Tabelle 7.3 gibt durch Angabe wichtiger statistischer Kennwerte einen Überblick der beiden Raschskalierungen der Daten. Die erste Skalierung wurde ohne Änderungen in der Fragenanzahl mit allen befragten 55 Kompetenzitems in einer gemeinsamen „Satellitenbild-Lesekompetenz“-Dimension gerechnet. Die mit Cronbachs α zu vergleichende EAP/PV Reliabilität ist mit 0,72 für Gruppenvergleiche akzeptabel. Weitere Itemparameter und Infitwerte sind in Tabelle C.1 im Anhang aufgeführt.

Die zweite Skalierung teilt die 55 Items in die theoriebasierten Kompetenzdimensionen „Natürliches und indikatorisches Bildverstehen“ und „Darstellen und Beurteilen des Ausgewertes“. Der ersten Fähigkeitsdimension werden 28, der zweiten 27 Fragen zugeordnet. Bei dieser Berechnung werden für die EAP/PV Reliabilität für jede Dimension separate Kennwerte ausgegeben. Diese fallen geringer als bei der ersten eindimensionalen Skalierung aus (vgl. Tab. 7.3), da die jeweils zugrunde liegende Itemanzahl verringert ist, liegen aber mit 0,65 und 0,67 nach Gliem & Gliem (2003) noch in einem akzeptablen Bereich. Alle

Statistische Kennwerte	1. Skalierung	2. Skalierung
	1-dimensional	2-dimensional
Anzahl der befragten Schüler (n)	758	758
Items (Anzahl der Fragen)	55	55
Anzahl der Iterationen	10	9
Endabweichung (Final deviance)	46102,616	46086,753
Anzahl der geschätzten Parameter	56	58
EAP/PV Reliabilität	0,724	0,652/ 0,666
Varianz	0,277	0,313/ 0,343

Tab. 7.3: Statistische Kennwerte der beiden Rasch-Skalierungen der Hauptstudie zur empirischen Überprüfung der Satellitenbild-Lesekompetenz (Quelle: eigene Onlinebefragung)

Kennwerte zu den einzelnen Items der zweiten Skalierung werden in Tabelle C.2 im Anhang aufgelistet.

Die Verteilung der Personenfähigkeiten und Itemschwierigkeiten der eindimensionalen Skalierung wird in Abbildung 7.1 in einer Personen-Item-Karte visualisiert. Links werden die errechneten Personenfähigkeiten (als $x'e$), rechts die Itemschwierigkeiten (als Nummern) dargestellt. Die gemeinsame Skala reicht von etwa -2 (weniger kompetente Personen, leichte Items) bis +2 (hohe Kompetenzen der Personen, schwierige Items). Trotz einer in SPSS errechneten nicht signifikanten Normalverteilung ($p < 0,001$) (vgl. Kap. 6.4) können bei Betrachtung der Personenverteilung die meisten Personenfähigkeiten in einem mittleren Bereich verortet werden. Die Itemschwierigkeiten sollten gleichmäßig über die Skala verteilt sein, um eine gute Differenzierung der Personenfähigkeiten zu gewährleisten (Moosbrugger 2007).

Abbildung 7.2 zeigt die Verteilung der Personenfähigkeiten und Itemschwierigkeiten getrennt für beide Kompetenzdimensionen als separate Personen-Item-Karten. In der ersten Kompetenzdimension lässt sich erkennen, dass viele Items niedrige bis mittlere Schwierigkeiten aufweisen und wenige für die Befragten schwere Items vorliegen. Die Verteilung der Personenfähigkeiten innerhalb der ersten Dimension stellt sich nahezu normalverteilt dar, obwohl sie laut strengem Normalverteilungstest nach Kolmogorov-Smirnov dieser nicht entspricht ($p < 0,001$). Der Scheitel der Personenparameterverteilung in der zweiten Kompetenzdimension ist leicht nach oben verschoben (Kolmogorov-Smirnov, $p < 0,001$). Die Items dieser Dimension verteilen sich relativ gleichmäßig auf die gemeinsame Skala, weitere Items könnten im mittleren bis hohen Schwierigkeitsbereich hinzugefügt werden.

In beiden Skalierungen (vgl. Tab. 7.3 sowie C.1 und C.2 im Anhang) besitzen alle 55 Items akzeptable Infit-Werte, d. h. alle weighted mean square (wMNSQ) Werte liegen im erlaubten Bereich von 0,8 bis 1,2. Daher ist es für weitere Analysen nicht notwendig, Items aus der Untersuchung auszuschließen. Zwischen beiden Dimensionen der Satellitenbild-Lesekompetenz ergeben sich hoch signifikante statistische Zusammenhänge bzw. Korrelationen. Die latente Korrelation in ConQuest beträgt 0,694, der Korrelationskoeffizient nach Pearson 0,466 ($p = 0,000$).

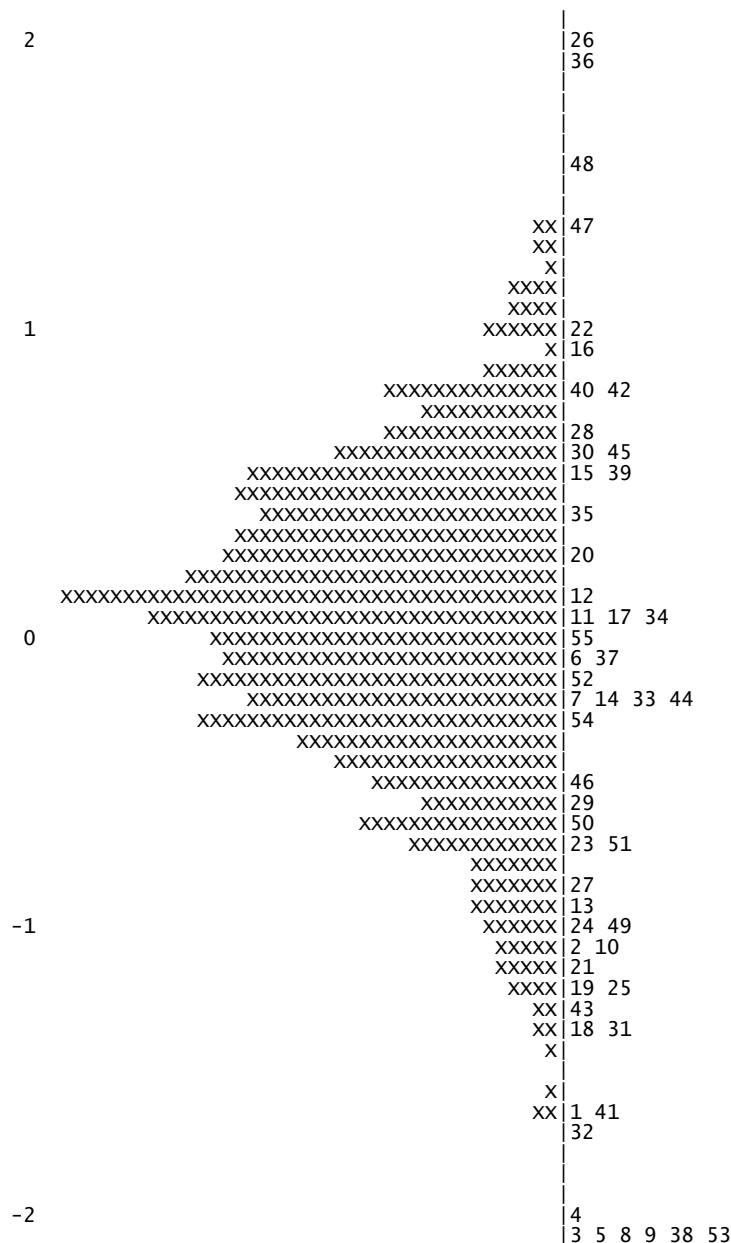
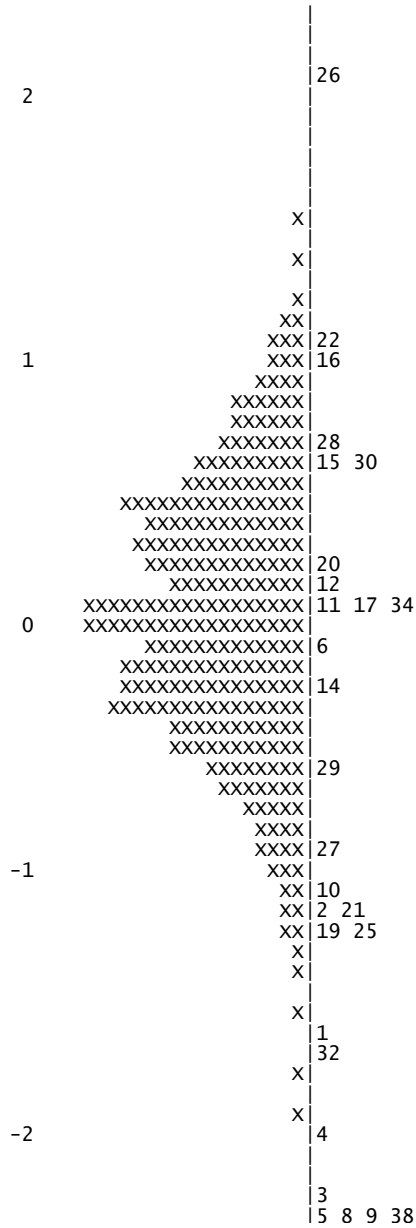


Abb. 7.1: Eindimensionale Personen-Item-Karte der Hauptuntersuchung (1. Skalierung) zur empirischen Überprüfung der Satellitenbild-Lesekompetenz (n = 758) (Quelle: eigene Darstellung aus Onlinebefragung)

Zur Überprüfung der besseren Modellpassung können beide Modelle mithilfe ihrer Devianzwerte (Endabweichung) verglichen werden (vgl. Tab. 7.3, Zeile 4). Hierbei zeigt sich, dass das strengere eindimensionale Modell signifikant schlechter auf die erhobenen Daten „passt“ ($\chi^2 = 15,86$; $df = 2$, $p = 0,005$). Damit kann das zweidimensionale Modell, wie theoretisch angenommen, als idealeres Modell für die Daten gelten. Die theoretisch aufgestellte Zweidimensionalität kann damit empirisch bestätigt werden. Alle weiteren Analysen wie die Beantwortung der weiteren Forschungsfragen in Kapitel 7.2 werden daher auf Grundlage des zweidimensionalen Modells gerechnet.

Dimension 1:

„Natürliches und indikatorisches Bildverstehen“

Dimension 2:

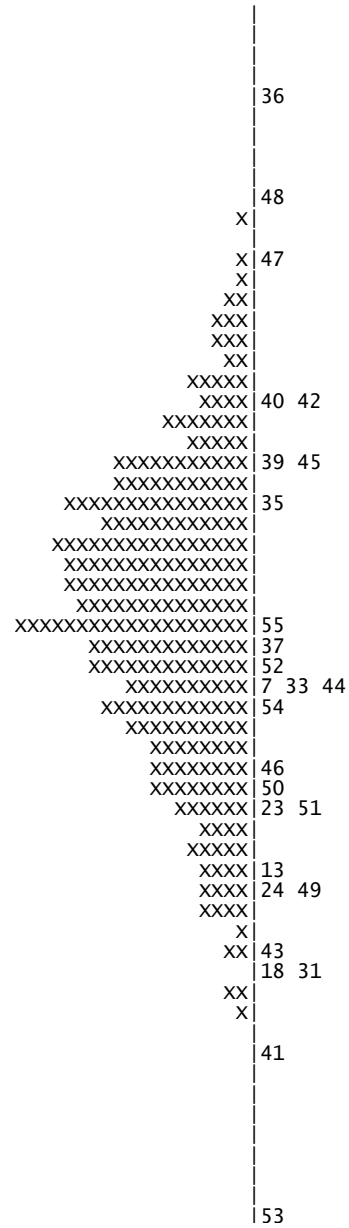
„Darstellen und Beurteilen des Aussagewertes“

Abb. 7.2: Zweidimensionale Verteilung der Personen und Items nach der 2. Skalierung zur empirischen Überprüfung der Satellitenbild-Lesekompetenz (n = 758) (Quelle: eigene Darstellung aus Onlinebefragung)

7.1.2 Überprüfung der Stufung des Kompetenzmodells

Die empirische Überprüfung der Kompetenzstufen der Satellitenbild-Lesekompetenz erfolgt als Vergleich der theoretisch angenommenen vierteiligen Stufung je Kompetenzdimension und der empirisch nach der Befragung abgebildeten Schwierigkeiten der Items. Die theoretische Stufung wird anhand der unterschiedlichen farblichen Unterlegung der Ziffern hervorgehoben (vgl. Abb. 7.3 und 7.5). Diese theoretische Niveauabfolge der Items wird in beiden Kompetenzdimensionen nicht vollständig durch die empirische Verteilung der Itemschwierigkeiten wiedergegeben.

Die Items werden anhand ihrer mittels IRT errechneten Schwierigkeit entlang der gemeinsamen Skala der Personen-Item-Karte visuell ebenfalls in vier empirische Stufen eingeteilt. Je drei Trennlinien markieren in den Abbildungen 7.3 und 7.5 die empirischen Stufen. Diese empirische Einteilung erfolgt aufgrund verschiedener Überlegungen: Die Stufen sollen möglichst gleiche Intervalllänge besitzen und über die ganze Schwierigkeitsskala verteilt sein. Entscheidend dabei ist die Verteilung der Items (in Abb. 7.3 und 7.5 die farbig markierten Nummern) und nicht die der Personen (die Xe). Visuell wird die Skala in vier etwa gleich breite Stufen eingeteilt und nicht auf eine gleiche Anzahl von Items innerhalb der einzelnen Stufen geachtet, da die Itemanzahl in zukünftigen Untersuchungen stark variieren kann. Stufenwechsel befinden sich zudem in „natürlichen“ Lücken zwischen Itemclustern. Beispielsweise liegt in der ersten Dimension eine Itemlücke zwischen den Items 1 und 19/25, daher befindet sich hier die Trennlinie zwischen erster und zweiter Stufe (vgl. Abb. 7.3).

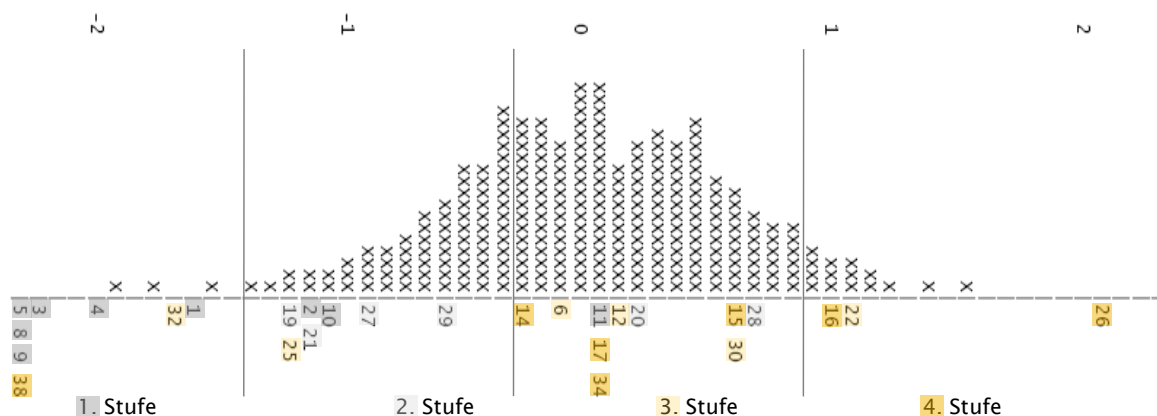


Abb. 7.3: Theoretische und empirische Stufung der ersten Fähigkeitsdimension „Natürliches und indikatorisches Bildverstehen“ der Satellitenbild-Lesekompetenz (Quelle: eigene Darstellung aus Onlinebefragung)

Bei der empirischen Einteilung der Kompetenzstufen wird zudem auf die theoretische Stufung der Items geachtet. Die Trennlinie zwischen zweiter und dritter Stufe innerhalb der ersten Kompetenzdimension liegt beispielsweise oberhalb des Items 29, da dieses theoretisch der zweiten Stufe zugeordnet wird, aber unterhalb von Item 14, da dieses theoretisch in der vierten Stufe zu verorten ist. Auch bei der Festlegung der Stufengrenze zwischen dritter und vierter Stufe der ersten Dimension wird auf Itemlücken und theoretische Schwierigkei-

ten geachtet. Hier befindet sich die Trennlinie zwischen den Items 28 und 16 (vgl. Abb. 7.3).

Tabelle 7.4 stellt die theoretischen und empirischen Schwierigkeiten der Items tabellarisch nebeneinander. In der ersten Spalte wird die theoretische Stufe nochmals inhaltlich beschrieben. In der zweiten Spalte werden die aus der Untersuchung empirisch abgeleiteten Schwierigkeiten bzw. Stufen der Items aufgelistet. In der Spalte „*Merkmale der Items*“ wird versucht, die wichtigen, eventuell schwierigkeitsbestimmenden Aufgabenmerkmale zu identifizieren. In der letzten Spalte erfolgt die Nennung der Items, die sich auch in Abbildung 7.3 und im Anhang A.1 wiederfinden. Grau hinterlegte Zeilen markieren die Übereinstimmung von theoretischen und empirischen Schwierigkeiten bzw. Stufen der Items.

Theoretische Stufe	Empirische Stufe	Merkmale der Items	Itemnummern
1: „In EF-Satellitenbildern Elemente und deren Bedeutung erkennen und beschreiben“	1	EF (Echtfarben) (Rhein-Neckar-Kreis, Himalaya, Kairo)	5, 8, 9, 3, 4, 1
	2	EF (RNK, Kairo: Wolkenschatten)	2, 10
	3	EF (Kairo: Wüste)	11
2: „In FF-Satellitenbildern Elemente [...] erkennen und beschreiben“	2	FF (Brasilien, Sumatra)	19, 21, 27, 29
	3	FF (Falschfarben) (Brasilien, Sumatra)	20, 28
3: „Im Sinne einer Gesamtorientierung wesentliche Elemente und deren Bedeutung erkennen sowie deren Beziehungen beschreiben“	1	EF (Windrichtung)	32
	2	EF (Zerstörung)	25
	3	FF (Lage, helle Fläche)	6, 12, 30
	4	FF (Lage)	22
4: „Im Bildvergleich wesentliche Elemente und deren Bedeutung erkennen und beschreiben“	1	EF, zeitlicher Vergleich	38
	3	EF, zeitlicher Vergleich	14
	3	EF/FF, spektraler Bildvergleich	15, 17, 34
	4	EF/FF, spektraler Bildvergleich	16, 26

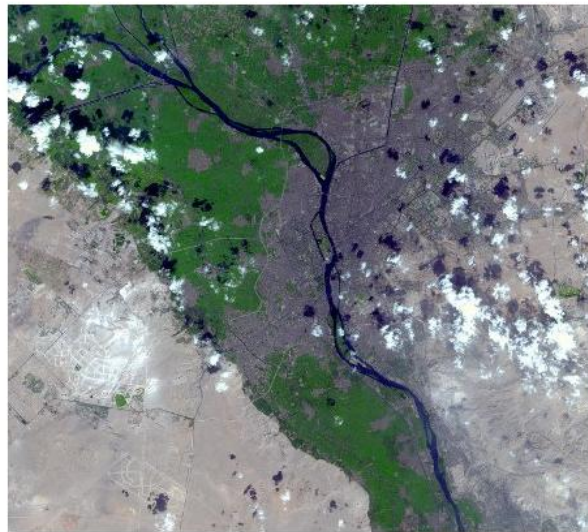
Tab. 7.4: Übersicht der theoretischen und empirischen Schwierigkeit der Items der ersten Dimension „*Natürliches und indikatorisches Bildverstehen*“ der Satellitenbild-Lesekompetenz (Quelle: eigene Onlinebefragung)

In der ersten Kompetenzdimension „*Natürliches und indikatorisches Bildverstehen*“ liegen von den erfragten 28 Items 15 empirisch in der gleichen Stufe, wie dies auch theoretisch vermutet wurde, sechs Items sind schwieriger als vermutet, sieben leichter (vgl. auch Tab. 7.4). Wie theoretisch erwartet, sind Echtfarben-Satellitenbilder leichter zu analysieren als Falschfarben-Satellitenbilder. Alle Items, die empirisch in der ersten Schwierigkeitsstufe „*In Echtfarben-Satellitenbildern Elemente und deren Bedeutung erkennen und beschreiben*“ liegen, zeigen Echtfarben-Satellitenbilder.

Die mittelgrau hinterlegten neun Items in Abbildung 7.3 werden theoriebasiert der ersten leichtesten Stufe zugeordnet und finden sich mit drei Ausnahmen (Items 2, 10, 11) auch empirisch in der untersten Stufe (links der ersten Trennlinie) des Kompetenzmodells wieder. Hier treten anscheinend Schwierigkeitsunterschiede sowohl innerhalb der gleichen Fragenart

(z.B. Items 1-3, 8-11) als auch innerhalb des gleichen Satellitenbildausschnitts (z.B. Kairo, Items 8-11, vgl. Abb. 7.4) auf.

An den vier Items in Abbildung 7.4 kann man erkennen, dass die Schwierigkeit der Aufgaben nicht an der (gemeinsamen) Aufgabenstellung liegt, da das Item 11 (empirisch dritte Stufe) mit den Items 8, 9 (empirisch erste Stufe) und 10 (empirisch zweite Stufe) innerhalb eines Aufgabenstamms erfragt wurde. Bei gleicher Fragestellung und gemeinsamem Satellitenbild (Großraum Kairo) können somit große Variationen der Itemschwierigkeit empirisch nachgewiesen werden.



*Erstelle eine Legende für das Satellitenbild, indem du die richtigen Beschriftungen ankreuzt.





				
Wüste	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Schnee	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wolken	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Salzablagerungen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Stadt/ Gebäude	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wasserflächen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Brandflächen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wolkenschatten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Landwirtschaftliche Fläche	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gebirge	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Abb. 7.4: Items 8-11 bezogen auf ein Echtfarben-Satellitenbild Kairos aus Dimension 1/ Stufe 1 der empirischen Untersuchung der Satellitenbild-Lesekompetenz (Quelle: eigene Darstellung aus Onlinebefragung)

Die erwartungsgemäß leicht ausgefallenen Items zeigen landwirtschaftliche Flächen (Item 8) und Wolken (Item 9). Sie werden von über 90 % der befragten Schüler richtig beantwortet. Die Ausschnitte sind wahrscheinlich durch Wetterberichte oder virtuelle Globen alltagsnäher und damit einfacher für die Schüler zu beantworten als die beiden weiteren Items der Gruppe. In Item 10 erkennen nur gut 70 % der Befragten Wolkenschatten, einige Schüler wählen „Stadt/Gebäude“ oder „Wolken“ als Lösung. Beide häufigen Falschantworten sind nachvollziehbar, da im gefragten Ausschnitt sowohl Häuser als auch Wolken zu erkennen sind. In Item 11 erkennen nur knapp 50 % der befragten Schüler „Wüste“, weitere häufige Antworten sind „Salzablagerungen“ (35 %) und „Brandflächen“ (4 %). Dieses Item könnte ebenfalls ungewöhnlich für die befragten Schüler sein, außerdem kann die Frage nur im kontextuellen Raumbezug des ganzen Satellitenbildes beantwortet werden.

Die Fragen aus der theoretischen zweiten Kompetenzstufe „*In Falschfarben-Satellitenbildern Elemente und deren Bedeutung erkennen und beschreiben*“ können dieser Stufe ebenfalls zum Großteil auch empirisch zugeordnet werden (vgl. Tab. 7.4, in Abb. 7.3 hellgrau hinterlegt). Von sechs Items liegen nur zwei eine Stufe höher (Item 20 & 28, vgl. Anhang A.1). Auch hier ist die Aufgabenstellung und das Satellitenbild mit dem jeweils vorherigen Item identisch (19-21: Brasilien, 27-29: Sumatra), die richtige Beantwortung des konkreten Ausschnitts scheint jedoch schwerer als die vergleichbaren Ausschnitte.

Für die Items 19 bis 21 bildet ein Falschfarben-Satellitenbild aus dem Regenwald Brasiliens den gemeinsamen Aufgabenstamm. In Item 19 sind noch natürliche Regenwaldflächen zu erkennen, in Item 20 in Parzellen aufgeteilte gerodete Flächen. Item 21 zeigt wie zur Zeit der Aufnahme Rauschschwaden aus zwei Brandherden aufsteigen. Die Items 19 und 21 sind ähnlich schwer und können von etwa 75 % der befragten Schüler richtig gelöst werden. Item 20 ist deutlich schwerer als die beiden anderen (vgl. auch Abb. 7.3), es kann nur von 45 % der Befragten richtig beantwortet werden. Durch die regelhafte Struktur, die im Satellitenbildausschnitt zu erkennen ist, erscheinen fälschlicherweise auch die Antwortmöglichkeiten „Parkanlagen“ und „Siedlungsflächen (Orte)“ möglich. Diese Antworten werden jeweils von über 20 % der Schüler angegeben.

Ein Falschfarben-Satellitenbild-Ausschnitt der indonesischen Insel Sumatra ist gemeinsamer Aufgabenstamm für die Items 27-29. Item 27 zeigt eine gebirgige Region der Insel, Item 28 Wasserflächen im Inland, Item 29 Wolken über dem Meer (vgl. auch Anhang A.1). Die Items 27 und 29 liegen in ihren errechneten empirischen Schwierigkeiten eng beieinander und werden beide von über 63 % der Schüler richtig beantwortet. Das Item 28 weicht in seiner gemessenen Schwierigkeit von der theoretisch erwarteten sowie von den empirischen Schwierigkeiten der beiden ähnlichen Items 27 und 29 nach oben ab. Nur 35 % der Befragten lösen dieses Item richtig, weitere häufige Antwortkategorien sind „Siedlungsflächen (Orte)“ (21 %), „Unbewachsener Boden“ (16 %) und „Sandverwehungen“ (15 %).

Die sechs Items der theoretischen dritten Stufe des Kompetenzmodells „*Im Sinne einer Gesamtorientierung wesentliche Elemente und deren Bedeutung erkennen sowie deren Beziehungen beschreiben*“ finden sich zur Hälfte empirisch in der gleichen Stufe wieder (vgl. hellgelb hinterlegte Items in Abb. 7.3 und Tab. 7.4). Zwei Items sind empirisch leichter als theoretisch vermutet und liegen empirisch in der ersten (Item 32) und zweiten Kompe-

tenzstufe (Item 25). Bei diesen Items könnten eventuell andere kognitive Prozesse wie die vermuteten eine Rolle bei der richtigen Beantwortung des Items spielen.

Item 25 (vgl. Anhang A.1) fragt nach der Ursache der sichtbaren Zerstörung der Infrastruktur auf dem vorliegenden Echtfarben-Satellitenbild. Diese kann durch einfaches Erkennen zerstörter Häuser und Straßen lokalisiert, die Ursache mit der Hilfestellung (*„Das Satellitenbild wurde im mittleren Westen (Landesinneren) der USA aufgenommen.“*) gelöst werden. Eventuell wäre das Item ohne Hilfestellung oder mit offenem Antwortformat schwieriger ausgefallen. In einem Vortest gestalteten sich die Antwortmöglichkeiten differenzierter, es sollte u.a. zwischen tropischem Wirbelsturm und Tornado (als richtige Lösung) unterschieden werden. Diese Antwortkategorien erschienen im Vortest jedoch als zu schwer (geographisches Fachwissen ist nötig, um die Begriffe trennen zu können) und wurden deshalb auf den gemeinsamen Oberbegriff *„Wirbelsturm“* reduziert.

In Item 32 muss die Windrichtung der Sandverwehungen in einem Echtfarben-Satellitenbild bestimmt werden (vgl. Anhang A.1). Dieses empirisch leichte Item der ersten Kompetenzdimension (vgl. Abb. 7.3 und Tab. 7.4) greift offenbar nur das theoretisch in der ersten Stufe verortete Erkennen von wesentlichen Elementen in Echtfarben-Satellitenbildern auf. Die Gesamtorientierung im Sinne einer Bestimmung der Windrichtung spielt zur richtigen Beantwortung der Frage anscheinend keine bzw. eine untergeordnete Rolle.

Das Item 22 liegt empirisch in einer höheren als der theoretisch vermuteten Kompetenzstufe. Hier soll die Lage des Satellitenbildausschnitts (Tropen, tropischer Regenwald) bestimmt werden. Durch die visuelle Einteilung der empirischen Stufen ist dieses Item der vierten Stufe zugeordnet, jedoch im unteren Teil dieser Stufe (vgl. Abb. 7.3), da die meisten Schüler bei diesem Item die Antwortmöglichkeit *„Mittlere Breiten, Mischwald“* angeben (53 %), die richtige Lösung *„Tropen, tropischer Regenwald“* erreicht eine Häufigkeit von 28 %.

Die höchste theoretische Stufe der ersten Kompetenzdimension *„Im Bildvergleich wesentliche Elemente und deren Bedeutung erkennen und beschreiben“* wird von sieben Items gebildet, wobei nach der empirischen Überprüfung nur zwei Items in der schwierigsten Stufe verbleiben (Item 16 & 26, vgl. auch gelbe Items in Abb. 7.3 und Tab. 7.4). Alle anderen Items fallen leichter als theoretisch vermutet aus. Vier Items liegen empirisch statt in der höchsten in der dritten Kompetenzstufe (Item 14, 15, 17 und 34), ein Item sogar in der niedrigsten Stufe (Item 38).

In Item 38 sollen die Befragten die Ursache für Veränderungen auf drei Echtfarben-Satellitenbildern benennen (Ausbruch des Mt. St. Helens, vgl. Anhang A.1). Dieses Item wird als eines der leichtesten Items der Befragung geführt (vgl. auch Abb. 7.3). Vermutlich kann es als sehr leicht eingestuft werden, da die kognitiven Anforderungen nicht im Bildvergleich, sondern im Erkennen von einzelnen Elementen (theoretische erste Stufe) liegen.

Das Item 14 stellt fünf Ausschnitte von Las Vegas aus unterschiedlichen Jahren von 1984 bis 2004 dar, wobei es darum geht, die unteren vier Echtfarben-Satellitenbilder in die richtige zeitliche Reihenfolge der sich ausbreitenden Stadt zu stellen (vgl. Anhang A.1). Empirisch wird dieses Item in die dritte Stufe und nicht wie theoretisch vermutet in die vierte Stufe der ersten Dimension des Kompetenzmodells eingeordnet.

Die Items 15 bis 17 gehören dem gleichen Aufgabenstamm an und sollen durch vergleichende Betrachtung eines Echt- und eines Falschfarben-Satellitenbildes desselben Ausschnittes, einem Teil des Rhein-Neckar-Kreises, beantwortet werden. Bei jeder Fragen soll bestimmt werden, auf welchem Bild die gefragten Merkmale am besten erkannt werden können (vgl. Anhang A.1). Eventuell liegen die Items 15 und 17 in der dritten empirische Stufe, da es nur drei Antwortkategorien gibt. Die Merkmale können entweder besser auf dem Echtfarben-, auf dem Falschfarben-Satellitenbild oder auf beiden gleich gut erkannt werden. Item 16 liegt nur knapp über der visuell festgelegten Grenze zur vierten Stufe. Alle drei Items erreichen eine ähnliche mittlere Schwierigkeit, sollten theoretisch jedoch schwieriger ausfallen.

Das Bildvergleich-Item 34 wird empirisch ebenfalls leichter eingestuft als theoretisch vermutet (vgl. Abb. 7.3 und Tab. 7.4). Für dieses Item soll in einem Vergleich von Echt- und Falschfarbensatellitenbildern eines Tagebaus in Chile eine Erklärung für die unterschiedlichen Falschfarben ausgewählt werden. Fast genau die Hälfte der befragten Schüler wählt die richtige Antwort „*Sie zeigen unterschiedliche Gesteinsarten.*“ (50 %). Eine relativ große Zahl wählt auch „*unterschiedliche Feuchtigkeiten des Bodens*“ (24 %) und „*unterschiedliche Vegetation*“ (16 %). Die relative „Leichtigkeit“ dieses Items kann auf den gewählten Satellitenbildausschnitt zurückzuführen sein, da Abraumhalden, Becken und Gebirge erkennbar sind, jedoch keine Vegetation.

Zusammenfassend kann für die erste Kompetenzdimension eine mehrheitliche Passung zwischen theoretisch entwickelter und empirisch erkennbarer Stufung ermittelt werden. Außer zwei Items streuen die abweichenden Schwierigkeiten nur jeweils in die nächst höhere bzw. niedrigere Stufe (vgl. Abb. 7.3 und Tab. 7.4). Die Gründe für die unterschiedlichen theoretischen und empirischen Schwierigkeiten und mögliche weiterführende Analysen werden darüber hinaus in den Kapiteln 7.3 und 8 angesprochen.

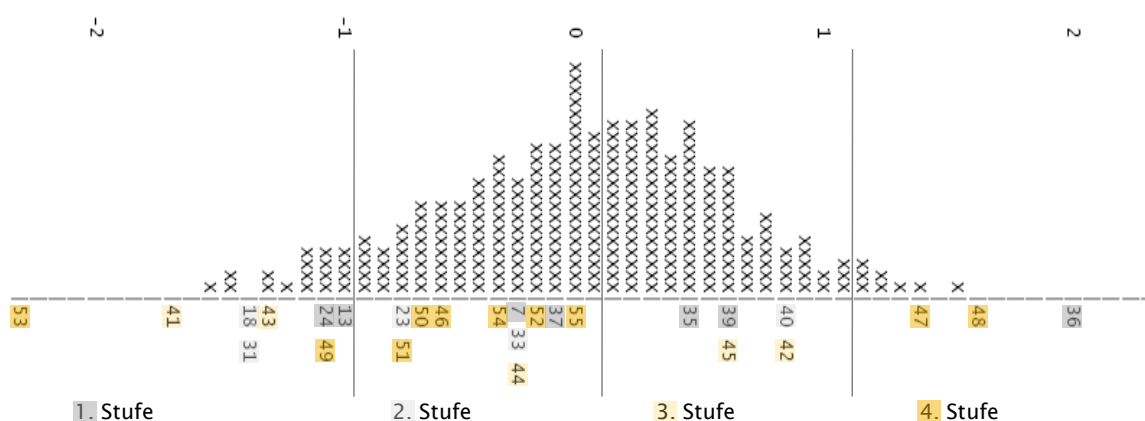


Abb. 7.5: Theoretische und empirische Stufung der zweiten Fähigkeitsdimension „*Darstellen und Beurteilen des Aussagewertes*“ der Satellitenbild-Lesekompetenz (Quelle: eigene Darstellung aus Onlinebefragung)

In Abbildung 7.5 ist die Verteilung der theoretischen (farblich) und empirischen (Trennlinien) Stufung für die zweite Kompetenzdimension „*Darstellen und Beurteilen des Aussagewertes*“ dargestellt. Die Einteilung der empirischen Stufen erfolgt wie bei der ersten Dimension ebenfalls nach visueller Betrachtung der Itemverteilung und nach Berücksichti-

gung der theoretischen Stufung. Die Grenze zwischen erster und zweiter Kompetenzstufe wird demnach zwischen den Items 13 und 23/51 gezogen. Die Items 13 und 24 werden theoretisch der ersten Stufe zugeordnet, daher erfolgt oberhalb dieser Items die erste Trennung der Stufen. Eine größere Itemlücke zwischen den Items 55 und 35 markiert empirisch die Trennung zwischen zweiter und dritter Stufe der zweiten Kompetenzdimension (vgl. Abb. 7.5). Die letzte empirische Trennlinie zwischen dritter und vierter Kompetenzstufe kann zwischen den Items 40/42 und 47 gezogen werden. Hier ist ebenfalls ein größere Lücke zwischen den Items erkennbar.

Ähnlich wie Tabelle 7.4 für die erste Kompetenzdimension stellt Tabelle 7.5 die theoretischen und empirischen Stufeneinteilungen der Items für die zweite Kompetenzdimension gegenüber. Die grau hinterlegte Zeile markiert jeweils wieder die Übereinstimmung von theoretischer und empirisch gefundener Stufung. Wie auch aus Abbildung 7.5 ersichtlich, variieren die empirischen Schwierigkeiten stärker von den theoretischen als in der ersten Kompetenzdimension. Nur acht der erfragten 27 Fragen werden theoretisch wie empirisch, d. h. visuell der gleichen Kompetenzstufe zugeordnet, 13 werden leichter und sechs schwerer eingeschätzt.

Theoretische Stufe	Empirische Stufe	Merkmale der Items	Itemnummern
1: „Aus EF- Satellitenbildern Elemente selektieren, generalisieren und skizzieren“	1	EF (Echtfarben), Skizzen (Kairo, USA)	13, 24
	2	EF, Skizzen (Himalaya)	7
	2	EF/Karten (Teneriffa: Temperatur)	37
	3	EF/Karten (Teneriffa: Höhe)	35
	3	EF, Klassifikation (Kraichgau)	39
	4	EF/Karten (Teneriffa: Niederschlag)	36
2: „Aus FF- Satellitenbildern Elemente selektieren, generalisieren und skizzieren“	1	FF (Falschfarben), Skizzen (Rhein-Neckar-Kreis, Sumatra)	18, 31
	2	FF, Skizzen (Brasilien, Istanbul)	23, 33
	3	FF, Klassifikation (Oberrhein)	40
3: „Eignung von Satellitenbildern [...] auf Fragestellung erkennen und beurteilen“	1	EF, räumliche Auflösung	41, 43
	2	EF/FF, spektrale Auflösung	44
	3	EF/FF, spektrale Auflösung	42, 45
4: „Potenziale und Grenzen von Satellitenbildern erkennen und beurteilen“	1	EF (Waldbestand) - richtig	53
	1	EF (Bus) - falsch	49
	2	FF - richtig	46, 51, 54, 55
	2	EF/FF (Ländergrenzen, Meeresboden) - falsch	50, 52
	4	FF(/EF) - richtig	47, 48

Tab. 7.5: Übersicht der theoretischen und empirischen Schwierigkeit der Items der zweiten Dimension „Darstellen und Beurteilen des Aussagewertes“ der Satellitenbild-Lesekompetenz (Quelle: eigene Onlinebefragung)

Von den sieben theoretisch der ersten Kompetenzstufe („Aus Echtfarben-Satellitenbildern Elemente selektieren, generalisieren und skizzieren“) zugeordneten Items (mittelgrau unterlegt in Abb. 7.5, vgl. auch Tab. 7.5) liegen nur zwei Items empirisch auch in der ersten Stufe, alle weiteren in schwierigeren Stufen, Item 36 bildet sogar das schwierigste Item dieser Kompetenzdimension.

Die Items 35, 36 und 37 (vgl. Abb. 7.6), theoretisch in der ersten Stufe der zweiten Kompetenzdimension, liegen empirisch in den Stufen zwei, drei und vier. Die drei Items weisen den gleichen Aufgabenstamm auf, ein Echtfarben-Satellitenbild der Insel Teneriffa. Bei den Items soll jeweils eine aus Fernerkundungsdaten generierte thematische Karte ihrem Thema (Höhe, Niederschlag und Temperatur) zugeordnet werden. In der empirischen Untersuchung ergibt sich eine erheblich höhere Schwierigkeit, Item 37 (Temperatur) liegt empirisch in der zweiten Kompetenzstufe, Item 35 (Höhe) in der dritten, Item 36 (Niederschlag) empirisch sogar in der vierten Stufe (vgl. Abb. 7.5 und Tab. 7.5).

Die Gründe für diese eher unerwartete Schwierigkeit der Items könnten an den thematischen Karten liegen. Diese werden mit weiteren Informationen (z.B. Niederschlags- oder Temperaturwerten) auf Grundlage eines digitalen Höhenmodells generiert, sie sind also nicht direkt aus dem gezeigten Satellitenbild ableitbar. Des Weiteren könnte Vorwissen über die Insel (markante Form), über Konventionen der Farbgebung bei thematischen Karten oder generell über Erfahrungen mit Kartenmaterial bei der Beantwortung der Items eine Rolle spielen. Häufige falsche Antwort bei Item 35 (richtig: „Höhe“, 40 % richtige Antworten) ist beispielsweise mit 27 % die „Landnutzung“. Bei Item 36 (richtig: „Niederschlag“, 14 % richtige Antworten) ist die meist genannte Antwort die „Hangneigung“ (29 %). 52 % der Schüler erkennen die „Temperatur“ als richtige Antwort in Item 37, 18 % wählen die „Höhe“ als Antwort mit der zweithöchsten Häufigkeit. Beide Antworten korrelieren inhaltlich jedoch sehr stark.

Die fünf Items der theoretisch zweiten Kompetenzstufe („Aus Falschfarben-Satellitenbildern Elemente selektieren, generalisieren und skizzieren“) (hellgrau unterlegt in Abb. 7.5) streuen empirisch von der ersten (Item 18 & 31) über die zweite (Item 23 & 33) bis zur dritten Kompetenzstufe (Item 40, vgl. auch Tab. 7.5). Die Items 7, 13, 18, 23, 24, 31 und 33 weisen alle den gleichen Aufgabentyp auf, die Auswahl einer richtigen aus vier gegebenen Skizzen für das gezeigte Satellitenbild (vgl. Anhang A.1). Sie werden unabhängig vom gezeigten Echt- oder Falschfarbensatellitenbild empirisch den ersten beiden Stufen zugeordnet. Hier könnte das schwierigkeitsbestimmende Merkmal der Aufgabe daher unabhängig von der Farbgebung des Satellitenbildes sein und vielmehr von der Gestaltung der Skizzen abhängen. Alle sieben Items liegen in ihrer empirischen Schwierigkeit nah beieinander (vgl. Abb. 7.5), sie werden von 56 % (Item 7 & 33) bis 79 % (Item 31) der Schüler richtig gelöst. Im Kapitel 7.3 wird auf diese ähnlichen Schwierigkeiten genauer eingegangen und eine gemeinsame untere Stufe für „Skizzen-Items“ vorgeschlagen.

Die beiden Items mit Satellitenbild und dazugehöriger Klassifikation (Items 39 & 40) werden ebenfalls unabhängig von der Farbwahl des Satellitenbildes empirisch gemeinsam in die dritte Stufe eingeordnet, da sie nahezu gleich schwer sind (vgl. Abb. 7.5). Sie werden von 38 % (Item 39) bzw. 32 % (Item 40) der befragten Schüler richtig beantwortet. Daher kann auch hier vermutet werden, dass die schwierigkeitsbestimmenden Merkmale der Aufgaben nicht



*Welches Thema ist auf den thematischen Karten, die aus dem Satellitenbild abgeleitet wurden, dargestellt?

Landnutzung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Temperatur	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gesteine	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Höhe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hangneigung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bevölkerungsdichte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Niederschlag	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Boden	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Abb. 7.6: Die Items 35, 36 und 37 mit einem Echtfarben-Satellitenbild von Teneriffa als Aufgabenstamm aus Dimension 2/ Stufe 1 der empirischen Untersuchung der Satellitenbild-Lesekompetenz (Quelle: eigene Darstellung aus Onlinebefragung)

an der Farbgebung des dazugehörigen Satellitenbildes liegen. Vielmehr ist die Zuordnung der richtigen Farben zur entsprechenden Landnutzungsklasse entscheidend für die gemessene empirische Schwierigkeit dieser „Klassifikationsaufgaben“.

Von den fünf Items der dritten Kompetenzstufe „Eignung von Satellitenbildern im Hinblick auf ihre Auflösung (räumlich wie spektral) auf Fragestellungen erkennen und beurteilen“ können nur zwei Items (42 & 45) auch empirisch der dritten Kompetenzstufe zugeordnet werden, die anderen drei Items (Items 41, 43 & 44) sind leichter als erwartet (hellgelb unterlegte Items in Abb. 7.5, vgl. auch Tab. 7.5). Bei allen fünf Items handelt es sich um nahezu identische Fragetypen mit jeweils vier zur Auswahl stehenden Satellitenbildern, die bei den Items 41 und 43 in ihrer räumlichen Auflösung und bei Item 42, 44 und 45 in ihrer spektralen Auflösung variieren.

Die sowohl theoretisch wie auch empirisch in der dritte Kompetenzstufe zu verortenden Items 42 und 45 (vgl. Anhang A.1) zeigen ein Echtfarben- und drei Falschfarben-Satellitenbilder desselben Ausschnitts, des Großglockner-Gletschers (Item 42) und des Großraums Frankfurt (Item 45). Ebenfalls drei Falschfarben- und ein Echtfarben-Satellitenbilder werden in Item 44 (Alpenausschnitte) zur Wahl gestellt, doch trotz gleichen Fragentyps und Auswahl an Satellitenbildern fällt dieses Item empirisch leichter aus. Die beiden weiteren Items dieses Fragentyps zeigen jeweils vier Echtfarben-Satellitenbilder, die sich in ihrer räumlichen Auflösung unterscheiden. In Item 41 geht es um die Wahl eines geeigneten Satellitenbildes für die Überwachung landwirtschaftlicher Nutzflächen, in Item 43 um ein geeignetes Bild für die Wettervorhersage. Markant ist, dass diese beiden Items, die nach der empirischen Überprüfung der ersten Stufe zugeordnet werden (vgl. Abb. 7.5 und Tab. 7.5), ausschließlich Echtfarben-Satellitenbilder zeigen. Schwierigkeitsentscheidend bei dieser Aufgabenart ist daher wahrscheinlich wieder die Farbgebung der gezeigten Satellitenbilder.

Auch die zehn Items der theoretischen vierten Kompetenzstufe *„Potenziale und Grenzen von Satellitenbildern erkennen und beurteilen“* variieren in ihren empirischen Schwierigkeiten von der ersten zur letzten Stufe (vgl. gelbe Items in Abb. 7.5 und Tab. 7.5). Allen Items dieser Stufe (Items 46-55) sind keine Satellitenbilder zugeordnet, sondern nur eine Textfrage: *„Stimmt es, dass es mithilfe von Satellitenbildern aus dem All möglich ist, ...“* und die Antwortmöglichkeiten *„ja“*, *„nein“* und *„weiß nicht“* (vgl. Anhang A.1).

Die Items 47 und 48 liegen ebenfalls in der empirischen Einteilung in der höchsten Kompetenzstufe. Zur richtigen Beantwortung wird weiteres Wissen zu Satellitenbildern bzw. zu den Potenzialen von Falschfarben-Satellitenbildern benötigt. Verschiedene Feldfrüchte auf Ackerflächen (Item 47) sowie Kunstrasen von normalem Rasen (Item 48) lassen sich nur mithilfe von Falschfarbendarstellungen separieren.

Dieses Wissen ist ebenso notwendig zur korrekten Beantwortung der Fragen 46, 51, 54 und 55, wobei hier die Unterscheidung von geschädigten und gesunden Waldflächen (Item 46), der Meerwassertemperatur (Item 51) bzw. von Algenkolonien (Item 54) und die Ausdehnung des Ozonlochs (Item 55) entscheidend ist. Diese Items liegen in ihren Schwierigkeiten sehr eng beieinander und werden empirisch gemeinsam in die zweite Kompetenzstufe eingeordnet (vgl. Abb. 7.5).

Ebenfalls in der zweiten empirischen Stufe finden sich die Items 50 und 52. Beide Fragen können richtigerweise verneint werden, weder politische Ländergrenzen (Item 50) noch Meeresböden (Item 52) lassen sich (normalerweise) auf Satellitenbildern erkennen. Item 53 wird empirisch als sehr leicht eingestuft und fragt nach der Beobachtung des globalen Waldbestandes mithilfe von Satellitenbildern. Item 49 ist empirisch ebenfalls als leichtes Item zu sehen, richtigerweise kann die Frage nach der Messung der Geschwindigkeit eines Busses verneint werden (vgl. Abb. 7.5).

Wahrscheinlich liegt es auch an den wenigen Antwortkategorien, dass einige dieser Fragen empirisch sehr leicht bzw. leicht ausfallen. Durch die Einbindung einer *„weiß nicht“*-Kategorie sollte die Ratewahrscheinlichkeit von 50 % bei zwei Antwortmöglichkeiten verringert werden.

In der zweiten Kompetenzdimension ist die Übereinstimmung zwischen theoretischer und empirischer Stufung der Items weniger gegeben als in der ersten Dimension. Hier liegen

etwa ein Drittel der Items empirisch in passenden Schwierigkeitsabschnitten. Vor allem in den Randstufen, d. h. in der ersten und vierten Stufe streuen viele Item über eine große Schwierigkeitsbreite (vgl. Abb. 7.5 und Tab. 7.5).

In Kapitel 7.3 findet die Diskussion dieser zum Teil abweichenden empirischen Ergebnisse von der theoretischen Einordnung statt. Die theoretische Stufung der Items kann damit nicht vollständig empirisch bestätigt werden. Trotzdem können die Ergebnisse aus der IRT-Skalierung als Grundlage für die Beantwortung der weiteren Forschungsfragen (vgl. Kap. 7.2) genutzt werden. Die notwendige Bedingung der Zweidimensionalität des Kompetenzstrukturmodells der Satellitenbild-Lesekompetenz wird empirisch bestätigt (vgl. Kap. 7.1.1). Obwohl die theoretische Stufung empirisch nicht vollständig abgebildet ist, liegt die ausschlaggebende Bedingung der Zweidimensionalität des Modells vor. Die Fähigkeitswerte der teilnehmenden Schüler können daher trotzdem explorativ für die Untersuchung von Zusammenhängen zwischen diesen Fähigkeiten bzw. Kompetenzen und den erfassten Schülervariablen verwendet werden (vgl. Kap. 7.2).

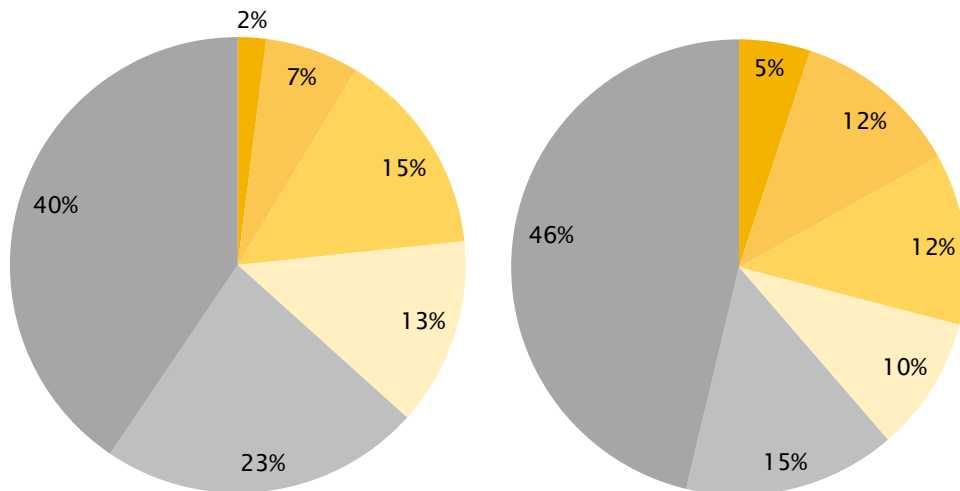
7.2 Beantwortung der Forschungsfragen

Nach der Analyse der Kompetenzmodellierung in ConQuest (IRT) schließen sich weitere Analysen der Daten mithilfe der klassischen Testtheorie an, um die in Kapitel 6.1 gestellten weiteren Forschungsfragen beantworten zu können. Die Darstellung der Ergebnisse orientiert sich an der Reihenfolge der gestellten Forschungsfragen. Zunächst wird die Häufigkeit der bisherigen Beschäftigung mit Satellitenbildern durch die Schüler analysiert (Forschungsfrage 1a und 1b, vgl. Kap. 7.2.1), anschließend der Zusammenhang zwischen einer Satellitenbild-Lesekompetenz und der bisherigen Beschäftigung mit diesen „Bildern von oben“ überprüft (Forschungsfrage 2, vgl. Kap. 7.2.2). Die dritte Forschungsfrage nach den Unterschieden zwischen Mädchen und Jungen zum einen in Bezug auf ihre bisherige Beschäftigung mit Satellitenbildern und zum anderen in Bezug auf ihre Fähigkeiten, Satellitenbilder zu lesen, wird abschließend beantwortet (vgl. Kap. 7.2.3).

7.2.1 Nutzungshäufigkeiten von Satellitenbildern

Die befragten 758 Schüler geben unterschiedliche Nutzungshäufigkeiten von Satellitenbildern im schulischen Kontext an. Auf einer sechsstufigen Skala kann die Nutzungshäufigkeit der Bilder im Unterricht zwischen „*einmal wöchentlich oder mehr*“ und „*noch nie*“ ausgewählt werden. Abbildung 7.7a zeigt die Häufigkeiten der Nutzung von Satellitenbildern im schulischen Kontext. In Tabelle 7.6 werden die absoluten sowie relativen Häufigkeiten der unterschiedlichen Nutzungen angegeben. 40 % der Schüler haben Satellitenbilder noch nie, 23 % weniger als einmal im Jahr im Unterricht eingesetzt. Das heißt, dass über die Hälfte der teilnehmenden Schüler diese Bilder mindestens einmal im Schuljahr nutzen. 2 % der befragten Schüler geben an, diese Bilder einmal wöchentlich oder mehr im Unterricht zu nutzen, 7 % nutzen Satellitenbilder mindestens einmal monatlich, 15 % mindestens einmal im Schulhalbjahr, 13 % mindestens einmal im Jahr.

a) Satellitenbilder in der Schule b) Private Nutzung von Satellitenbildern



c) Nutzung von virtuellen Globen

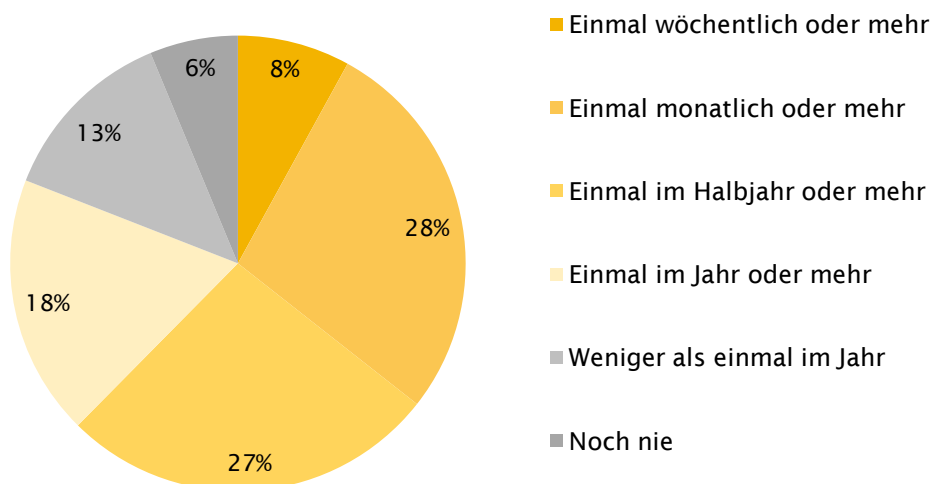


Abb. 7.7: Häufigkeiten der Nutzung von Satellitenbildern (n = 750) (Quelle: eigene Darstellung aus Onlinebefragung)

Zusätzlich zur reinen Nutzungshäufigkeit der Satellitenbilder im Unterricht werden drei weitere Angaben in optionalen Fragen ermittelt. Diese erscheinen im Fragebogen nicht, wenn die schulische Nutzungshäufigkeit von Satellitenbildern mit „noch nie“ beantwortet wird. Die zusätzlichen Fragen betreffen die Fächer, Klassenstufen und Formen, in denen Satellitenbilder im Unterricht eingesetzt werden. Das Fach Geographie ragt mit 269 Nennungen (n = 269) weit über die anderen Fächer mit Satellitenbildnutzungen heraus (vgl. Abb. 7.8a). Im kleinen zweistelligen Bereich rangieren die Fächer Geschichte (n = 24), NwT (Naturwissenschaft und Technik) (n = 19), Physik, Politik (beide n = 13) sowie Mathematik und

	Satellitenbilder in der Schule		Private Satellitenbildnutzung		Nutzung von virtuellen Globen	
	Häufigkeiten	Prozent	Häufigkeiten	Prozent	Häufigkeiten	Prozent
Einmal wöchentlich oder mehr	15	2,0 %	38	5,1 %	60	8,0 %
Einmal monatlich oder mehr	50	6,7 %	89	11,9 %	207	27,6 %
Einmal im Halbjahr oder mehr	110	14,7 %	91	12,1 %	201	26,8 %
Einmal im Jahr oder mehr	100	13,3 %	72	9,6 %	139	18,5 %
Weniger als einmal im Jahr	171	22,8 %	113	15,1 %	96	12,8 %
Noch nie	304	40,5 %	347	46,3 %	47	6,3 %
Gesamt	750	100 %	750	100 %	750	100 %

Tab. 7.6: Häufigkeiten der bisherigen Nutzung von Satellitenbildern (Quelle: eigene Onlinebefragung)

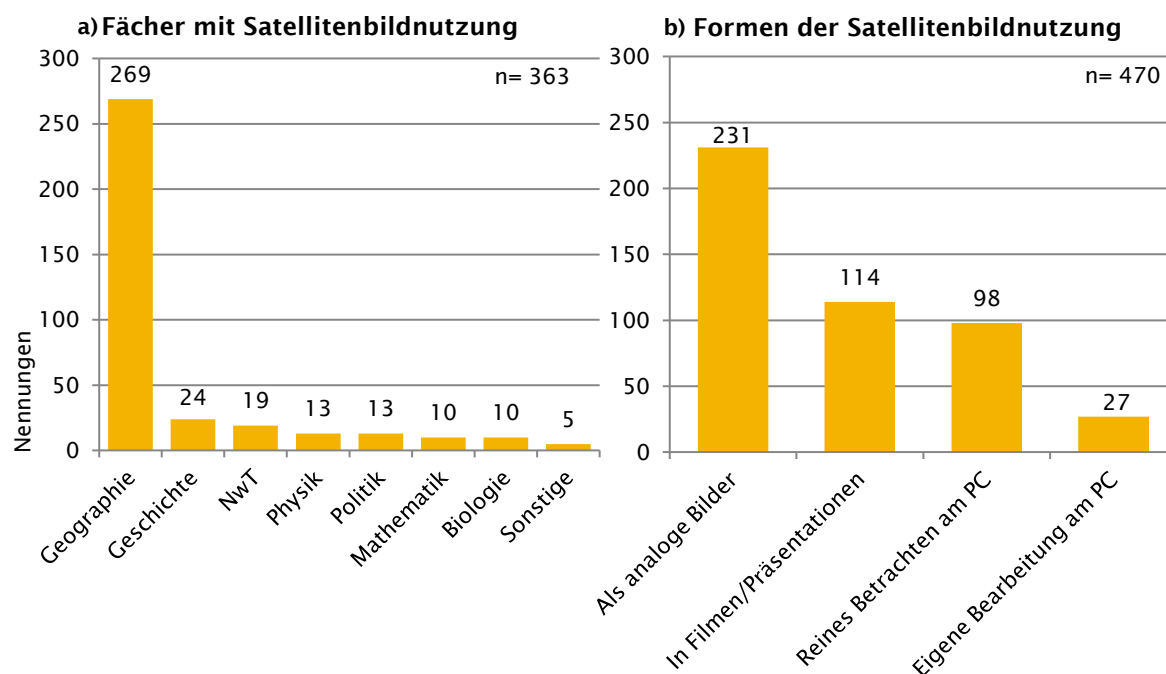


Abb. 7.8: Häufigkeit von Fächern und Formen der Satellitenbildnutzung in der Schule (Quelle: eigene Darstellung aus Onlinebefragung)

Biologie (beide $n = 10$). Insgesamt haben 363 Schüler die Frage mit Mehrfachantwortmöglichkeit beantwortet (vgl. Abb. 7.8a).

92 Schüler geben an, schon in der Unterstufe (5.-7. Klasse) mit Satellitenbildern gearbeitet zu haben, in der Mittelstufe (8.-10. Klasse) gibt es 236 Nennungen ($n = 328$). Die Antworten auf die Frage nach der Form des Einsatzes von Satellitenbildern im Unterricht sind in Abbildung 7.8b visualisiert. Die meisten Nennungen erhält die analoge Nutzung der Bilder (z.B. in Schulbüchern, als Ausdruck oder auf dem Overhead-Projektor, $n = 231$). Recht häufig ($n = 114$) werden Satellitenbilder in Filmen, Präsentationen oder Animationen im Unterricht gesehen. 98 Nennungen entfallen auf das Betrachten dieser Bilder am Computer,

z. B. in virtuellen Globen wie Google Earth. Nur eine geringe Zahl der befragten Schüler ($n = 27$) gibt an, Satellitenbilder am PC selbst zu bearbeiten (z.B. durch spezielle Software oder Bildverarbeitungsprogramme).

Die Nutzungshäufigkeiten von Satellitenbildern im privaten Kontext werden in Abbildung 7.7b dargestellt. Die Häufigkeitsverteilung der privaten Satellitenbildnutzung ist sehr ähnlich zu der der Schule. 46 % der befragten Schüler haben privat noch nie mit Satellitenbildern gearbeitet, 15 % weniger als einmal im Jahr. Mindestens einmal jährlich nutzen 39 % der befragten Schüler dieses Medium. 5 % nutzen Satellitenbilder mindestens einmal wöchentlich, 12 % mindestens einmal monatlich. Privat nutzen 12 % bzw. 10 % Satellitenbilder mindestens einmal im Halbjahr bzw. einmal im Jahr. Tabelle 7.6 zeigt in der mittleren Spalte alle absoluten und relativen Häufigkeiten der privaten Nutzung von Satellitenbildern.

Im rechten Teil der Tabelle 7.6 werden die Werte der Nutzung von virtuellen Globen wie z.B. Google Earth angegeben. Abbildung 7.7c stellt die Verteilung graphisch dar. Im Gegensatz zu den beiden bisherigen Häufigkeitsverteilungen ist die Nutzungshäufigkeit von Google Earth und ähnlichen virtuellen Globen verschoben. Es nutzen weitaus mehr Schüler diese Visualisierungen als reine Satellitenbilder in der Schule oder privat. Nur 6 % der befragten Jugendlichen haben noch nie virtuelle Globen genutzt, der überwiegende Teil der befragten Schüler nutzt diese Formen der Satellitenbilddarstellung mindestens einmal jährlich (81 %). Sehr häufig, nämlich mindestens einmal wöchentlich nutzen 8 % der befragten Schüler diese Dienste. Über ein Viertel (28 %) nutzen virtuelle Globen mindestens einmal monatlich, ebenso wie 27 % diese mindestens einmal pro Halbjahr nutzen.

Zusammenhänge zwischen den Satellitenbildnutzungen in der Schule, privat und über Google Earth können mithilfe des Korrelationskoeffizienten Spearman-Rho (für ordinalskalierte Daten) berechnet werden. Zwischen allen drei Fragen gibt es hochsignifikante positive Zusammenhänge im mittleren Wertebereich (vgl. Tab. C.3 im Anhang). Am höchsten ist dieser Zusammenhang mit 0,457 ($p = 0,000$) zwischen privater Satellitenbildnutzung und der Nutzung von virtuellen Globen. Der zweitstärkste Zusammenhang besteht zwischen der schulischen und der privaten Nutzung von Satellitenbildern mit 0,364 ($p = 0,000$). Zwischen schulischer Nutzung von Satellitenbildern und privatem Einsatz virtueller Globen besteht ein schwächerer Zusammenhang (0,258, $p = 0,000$).

Die 6-stufige Skala der Nutzungshäufigkeiten von Satellitenbildern (vgl. Abb. 7.7 und Tab. 7.6) wird für weitere Analysen auf eine 3-stufige Skala reduziert, da ansonsten in den Randstufen zu wenige Schüler vertreten sind und eine Reduzierung der Stufen die Ergebnispräsentation übersichtlicher gestaltet. Die Kategorien „noch nie“ und „weniger als einmal im Jahr“ werden zur niedrigsten Nutzungshäufigkeit „selten bis nie“ zusammengefasst, „einmal in Jahr oder mehr“ sowie „einmal im Halbjahr oder mehr“ zur neuen Kategorie „ab & zu“. Die beiden häufigsten Kategorien „einmal monatlich oder mehr“ und „einmal wöchentlich oder mehr“ gehören der neuen dritten Kategorie „häufig“ an.

7.2.2 Zusammenhänge zwischen bisheriger Satellitenbildnutzung und Satellitenbild-Lesekompetenz

Die zweite Forschungsfrage nach den Zusammenhängen zwischen bisheriger Satellitenbildnutzung (schulisch wie privat) und den erzielten Satellitenbild-Lesekompetenzen kann durch deskriptive Mittelwertvergleiche und Varianzanalysen beantwortet werden. In ConQuest werden mithilfe der IRT aus den erfragten 55 Kompetenzitems für jede Person zwei Personenfähigkeiten, einen für jede Kompetenz- bzw. Fähigkeitsdimension, berechnet (vgl. Kap. 6.4). Diese Fähigkeitswerte können nun anhand der von den jeweiligen Personen angegebenen Häufigkeit der bisherigen Satellitenbildnutzung gruppiert und mithilfe klassischer Verfahren verglichen werden.

Wie aus den Ergebnissen der ersten Forschungsfrage ersichtlich (vgl. Kap. 7.2.1), variiert die Satellitenbildnutzung in schulischer wie privater Hinsicht bei den befragten Schüler zwischen „noch nie“ und „einmal wöchentlich oder mehr“. Wie oben beschrieben werden die sechs gestellten Nutzungskategorien in drei größere zusammengefasst. Außerdem wird für die Beantwortung der zweiten Forschungsfrage aus den drei Nutzungshäufigkeiten (in der Schule, privat und virtuelle Globen) gleichgewichtet eine gemeinsame Skala errechnet, um die Mittelwerte der Fähigkeitsdimensionen zusätzlich auf einer Gesamtskala zu vergleichen.

In Tabelle 7.7 werden die Mittelwerte der Fähigkeiten nach den Kompetenzdimensionen und den unterschiedlichen Fragen der bisherigen Nutzung von Satellitenbildern getrennt angegeben. Zusätzlich zu diesen Fähigkeitsmittelwerten sind jeweils die Standardabweichung (SD) und die Anzahl der Befragten (n) aufgeführt. Im unteren Teil der Tabelle werden die Werte für die gesamte bisherige Nutzung von Satellitenbildern dargestellt. Zur Veranschaulichung der Daten folgen die Abbildungen 7.9, 7.10, 7.11 und 7.12.

475 Schüler kommen bisher „selten bis nie“ mit Satellitenbildern in der Schule in Berührung und erzielen negative Mittelwerte in beiden Fähigkeitsdimensionen (-0,03 und -0,06). Schüler, die „ab & zu“ mit Satellitenbildern in der Schule arbeiten (n = 210), erreichen in beiden Dimensionen höhere Fähigkeitswerte (0,08 und 0,12). Tendenziell sollten nun die Befragten, die häufig mit Satellitenbildern im Unterricht arbeiten (n = 65), auch die höchsten Mittelwerte erreichen, dies ist jedoch nicht der Fall. Sie erreichen Werte von -0,005 in der ersten und 0,02 in der zweiten Fähigkeitsdimension und liegen damit hinter den Mittelwerten der „ab & zu“-Gruppe.

Abbildung 7.9 veranschaulicht die Lage der Mittelwerte der Fähigkeiten sowie die Streuung dieser mithilfe eines sogenannten Fehlerbalkendiagramms. Graue Balken stellen die Verteilung der Mittelwerte der ersten Kompetenzdimension („Natürliches und indikatorisches Bildverstehen“) dar, gelbe Balken die der zweiten Kompetenzdimension („Darstellen und Beurteilen des Aussagewertes“). Die Punkte inmitten der Fehlerbalken symbolisieren den Mittelwert der Fähigkeiten aus den entsprechenden Gruppen. Beispielsweise liegt der Mittelwert in der ersten Kompetenzdimension bei den seltenen Satellitenbildnutzern (n = 475) in der Schule bei knapp unter Null (-0,03), in der zweiten Dimension leicht niedriger bei -0,06. Die Länge der Balken wird jeweils durch plus/minus eine einfache Standardabweichung bestimmt, d. h. 68 % aller Schüler haben Fähigkeitswerte innerhalb dieses Bereichs. Diese Streuung liegt in beiden Dimensionen der seltenen Satellitenbildnutzer in der Schule

	Kompetenzdimension 1			Kompetenzdimension 2		
	Mittelwerte	SD	n	Mittelwerte	SD	n
Satellitenbilder in der Schule						
selten bis nie	-0,0275	0,7066	475	-0,0605	0,7121	475
ab & zu	0,0774	0,6964	210	0,1162	0,6427	210
häufig	-0,0049	0,8328	65	0,0192	0,8783	65
Private Satellitenbildnutzung						
selten bis nie	-0,0731	0,6843	460	-0,0742	0,6985	460
ab & zu	0,0351	0,7168	163	0,1195	0,6664	163
häufig	0,2425	0,7752	127	0,0911	0,7911	127
Nutzung von virtuellen Globen						
selten bis nie	-0,2443	0,7032	143	-0,1932	0,7485	143
ab & zu	0,0074	0,6931	340	0,0212	0,6593	340
häufig	0,1322	0,7196	267	0,0649	0,7437	267
Gesamte bisherige Nutzung von Satellitenbildern						
selten bis nie	-0,1305	0,6893	303	-0,1543	0,7117	303
ab & zu	0,0783	0,7141	370	0,1018	0,6538	370
häufig	0,1747	0,7485	77	0,0779	0,8768	77
Gesamt						
	0,0038	0,7160	750	-0,0041	0,7128	750

Tab. 7.7: Mittelwerte der Fähigkeiten in Abhängigkeit der bisherigen Nutzung von Satellitenbildern (Quelle: eigene Onlinebefragung)

bei 0,7. Höhere Fähigkeitsmittelwerte (0,08 und 0,12) sowie jeweils leicht geringere Standardabweichungen lassen sich in beiden Kompetenzdimensionen bei den „ab & zu“-Nutzern ($n = 210$) in Abbildung 7.9 erkennen. Bei den häufigen schulischen Satellitenbildnutzern liegen die Fähigkeitsmittelwerte sehr nah bei 0. Die Varianz der Mittelwerte, auch bedingt durch die geringe Gruppengröße ($n = 65$), ist mit $SD = 0,83$ und $0,88$ ausgeprägter.

Die Fähigkeitswerte gegliedert nach der Häufigkeit der privaten Satellitenbildnutzung sind ebenfalls in Tabelle 7.7 sowie in Abbildung 7.10 aufgeführt. Die Gruppe der seltenen privaten Satellitenbildnutzer ($n = 460$) besitzt in beiden Kompetenzdimensionen, wie auch die der seltenen schulischen Satellitenbildnutzung, negative Fähigkeitswerte (beide $-0,07$) und ähnliche Varianzen ($SD = 0,68$ und $0,69$). Die 163 „ab & zu“-Nutzer liegen mit ihren beiden Fähigkeitswerten ($0,04$ und $0,12$) mit ihren Standardabweichungen ($0,72$ und $0,67$) deutlich über denen der seltenen Privatnutzer. Die befragten 127 Schüler, die sich privat häufig mit Satellitenbildern beschäftigen, überragen die anderen beiden Gruppen nur in der ersten Fähigkeitsdimension mit dem höchsten Mittelwert von $0,24$. Der Mittelwert dieser Gruppe innerhalb der zweiten Kompetenzdimension fällt mit $0,09$ leicht hinter den der „ab & zu“-Gruppe ($0,12$) zurück (vgl. Tab. 7.7 und Abb. 7.10). Auch hier ist die Streuung der Werte in beiden Dimensionen mit $SD > 0,78$ am größten.

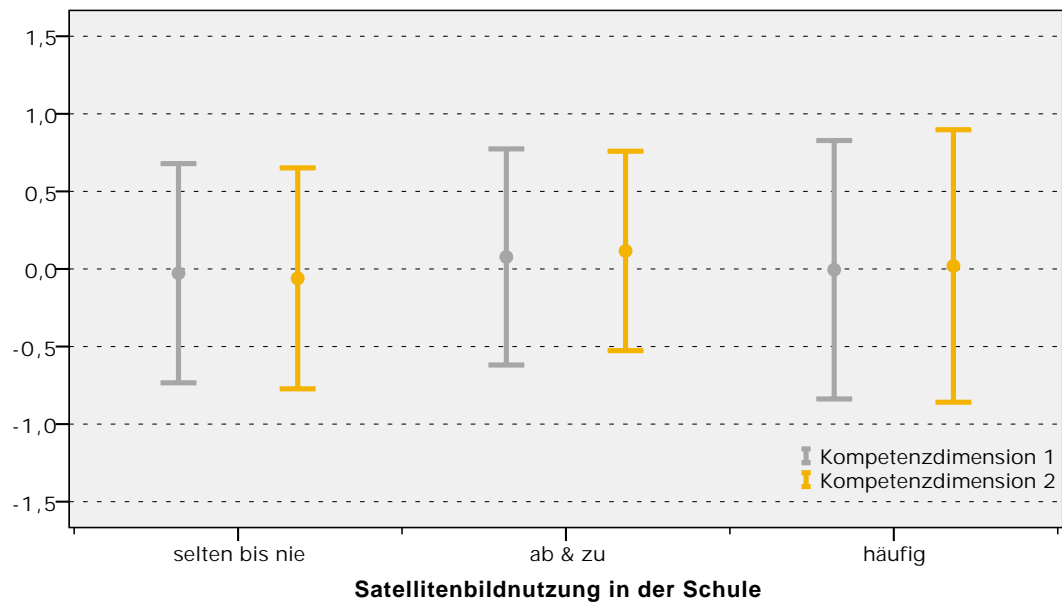


Abb. 7.9: Lage und Streuung der Fähigkeiten in Abhängigkeit der bisherigen Satellitenbildnutzung in der Schule (Quelle: eigene Darstellung aus Onlinebefragung)

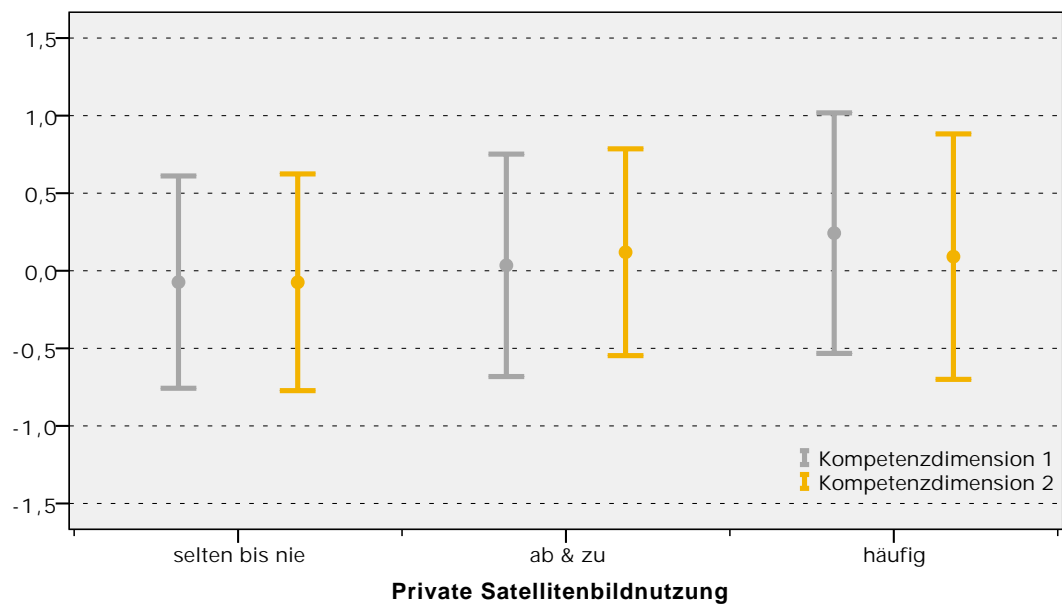


Abb. 7.10: Lage und Streuung der Fähigkeiten in Abhängigkeit der privaten Satellitenbildnutzung (Quelle: eigene Darstellung aus Onlinebefragung)

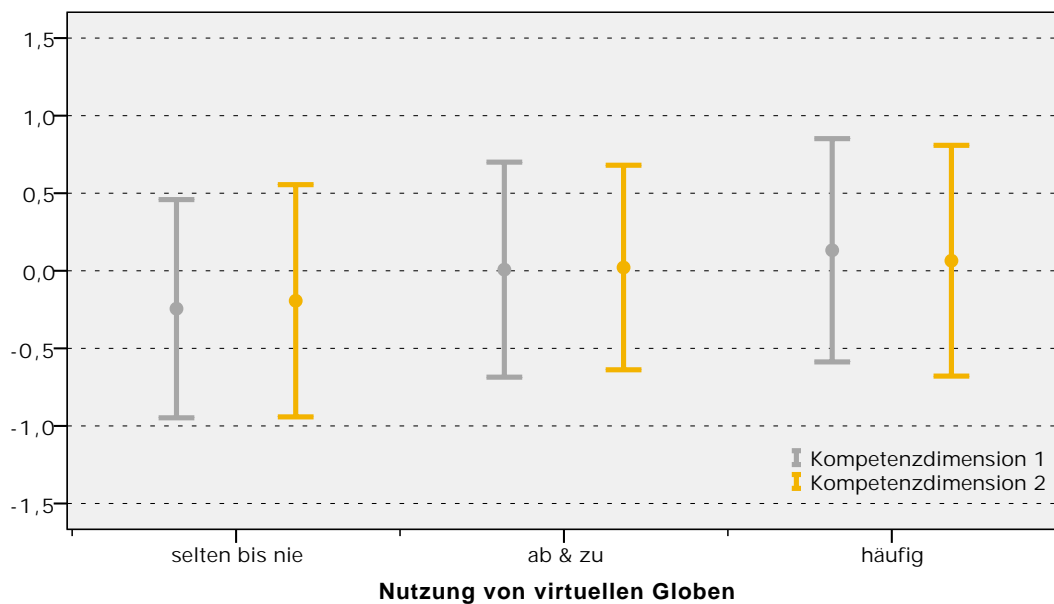


Abb. 7.11: Lage und Streuung der Fähigkeiten in Abhängigkeit der Nutzung von virtuellen Globen (Quelle: eigene Darstellung aus Onlinebefragung)

In der unteren Hälfte der Tabelle 7.7 und in Abbildung 7.11 werden die Fähigkeitswerte und Standardabweichungen für unterschiedliche private Nutzungshäufigkeiten von virtuellen Globen wie z.B. Google Earth dargestellt. Aus den Mittelwerten der Tabelle 7.7 sowie dem linken Fehlerbalkenpaar in Abbildung 7.11 geht hervor, dass wiederum die Gruppe der „selten bis nie“-Nutzer ($n = 143$) die schlechtesten Werte in beiden Kompetenzdimensionen (-0,24 und -0,19) aufweisen. Die Streuung der Werte liegt bei $SD = 0,70$ in der ersten und $SD = 0,75$ in der zweiten Dimension. Schüler, die „ab & zu“ virtuelle Globen nutzen ($n = 340$), besitzen in beiden Dimensionen höhere Fähigkeitsmittelwerte von 0,01 und 0,02 (mit geringer Standardabweichung von 0,69 und 0,66). Die Schüler, die diese Globen häufig in ihrer Freizeit einsetzen ($n = 267$), haben in beiden Kompetenzdimensionen mit 0,13 und 0,06 höhere Mittelwerte als die beiden anderen Gruppen. Die Varianz der Werte liegt bei $SD = 0,72$ und 0,74.

Abschließend werden in der Tabelle 7.7 sowie in Abbildung 7.12 die Fähigkeitsmittelwerte in Abhängigkeit der gesamten bisherigen Satellitenbildnutzung aufgelistet. 303 Schüler werden den „selten bis nie“- Nutzern von Satellitenbildern zugerechnet und erreichen Mittelwerte in den Fähigkeiten, Satellitenbilder zu analysieren von -0,13 in der ersten und -0,15 in der zweiten Dimension ($SD = 0,69$ und 0,71). Die Mittelwerte der Fähigkeiten steigen bei den 370 „ab & zu“-Nutzern von Satellitenbildern auf 0,08 und 0,10 an ($SD = 0,71$ und 0,65). Nur 77 Schüler können der Gruppe der häufigen Satellitenbildnutzer zugeordnet werden und erzielen in der ersten Kompetenzdimension eine Mittelwert von 0,17 ($SD = 0,75$). In der zweiten Dimension rutschen sie mit 0,08 hinter den Mittelwert der „ab & zu“ Gruppe (0,10) bei gleichzeitiger größerer Streuung der Werte ($SD = 0,88$).

Ob die Veränderungen der Mittelwerte zwischen den unterschiedlichen Nutzungshäufigkeiten von Satellitenbildern statistisch relevant bzw. signifikant sind, kann durch Varianzana-

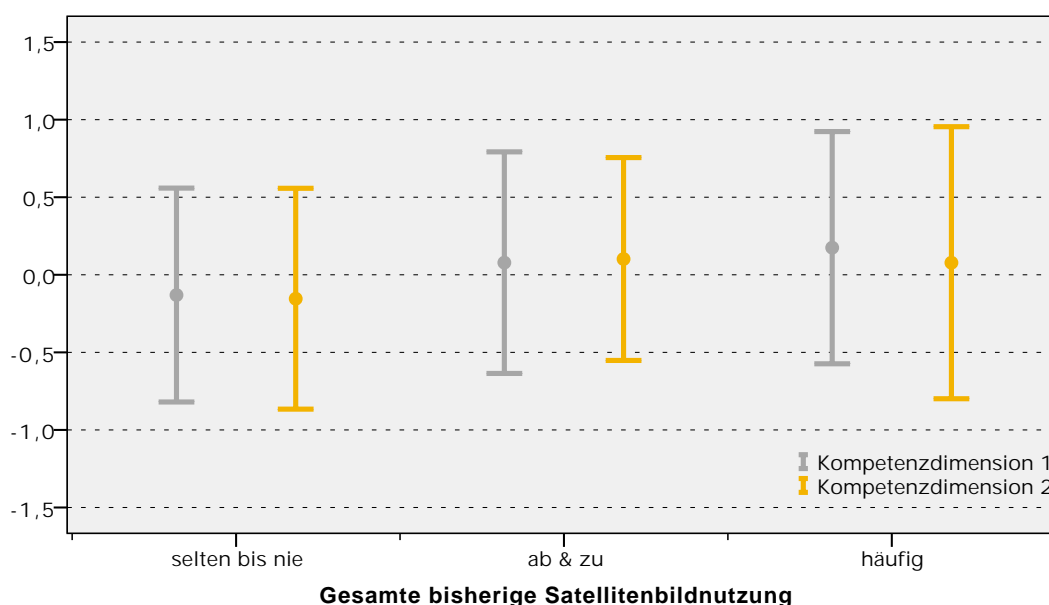


Abb. 7.12: Lage und Streuung der Fähigkeitsmittelwerte in Abhängigkeit der gesamten bisherigen Satellitenbildnutzung (Quelle: eigene Darstellung aus Onlinebefragung)

	Satellitenbilder in der Schule		Private Satellitenbildnutzung		Nutzung von virtuellen Globen	
	Dimension 1	Dimension 2	Dimension 1	Dimension 2	Dimension 1	Dimension 2
ANOVA	$p = 0,209$	$p = 0,011$	$p = 0,000$	$p = 0,003$	$p = 0,000$	$p = 0,001$
η^2	0,004	0,012	0,026	0,016	0,034	0,017
f (G*Power)	0,063	0,110	0,163	0,128	0,188	0,132

Tab. 7.8: Statistische Kennwerte der Kompetenzdimensionen in Abhängigkeit der bisherigen Satellitenbildnutzung (Quelle: eigene Onlinebefragung)

lysen berechnet werden. Die Unterschiede der Fähigkeiten zwischen den drei Häufigkeitskategorien der schulischen Satellitenbildnutzung sind in der ersten Kompetenzdimension nicht signifikant ($p = 0,21$), jedoch in der zweiten Dimension ($p = 0,01$). Die Varianzklärung innerhalb dieser Dimension ist mit $\eta^2 = 0,012$ ($f = 0,11$) allerdings klein. In Tabelle 7.8 werden neben der Signifikanz einer Varianz (ANOVA) weitere statistische Kennwerte wie das Zusammenhangsmaß Eta-Quadrat (η^2) und die Effektstärke f aus dem Programm G*Power angegeben.

Die Unterschiede zwischen den Fähigkeiten bei unterschiedlicher privater Satellitenbildnutzung sind in beiden Kompetenzdimensionen hoch signifikant ($p = 0,000$ und $0,003$). Die Varianz der Unterschiede ist jedoch für beide Dimensionen gering (vgl. Tab. 7.8). In der ersten Kompetenzdimension kann etwa 3 % ($\eta^2 = 0,026$) der Varianz durch häufigere private Satellitenbildnutzung erklärt werden, in der zweiten Dimension nur etwa 2 % ($\eta^2 = 0,016$). Auch die Werte von f weisen kleine Effekte für Unterschiede in beiden Dimensionen aus (0,163 und 0,128). Die Nutzung von virtuellen Globen wie z.B. Google Earth hat die größte Aussagekraft. Die Unterschiede in den Fähigkeiten mit unterschiedlichen Nutzungshäufig-

keiten sind hoch signifikant ($p = 0,000$ und $0,001$), die Varianzklärung liegt in der ersten Kompetenzdimension bei etwa 3 % ($\eta^2 = 0,034$, $f = 0,188$), in der zweiten bei 2 % ($\eta^2 = 0,017$, $f = 0,132$).

Für die gemeinsame Skala bisheriger Satellitenbildnutzung sind die Unterschiede zwischen den Gruppen ebenfalls hoch signifikant ($p = 0,000$). Wie auch in den anderen Fällen rangieren die Effektstärken jedoch im niedrigen Bereich. Die Varianzklärung liegt bei beiden Kompetenzdimensionen bei etwa 3 % (Dimension 1: $\eta^2 = 0,025$, Dimension 2: $\eta^2 = 0,030$). Auch das Effektstärkenmaß f aus G*Power bescheinigt der unterschiedlichen Nutzungshäufigkeit von Satellitenbildern für beide Kompetenzdimensionen kleine Effekte von 0,160 und 0,176.

7.2.3 Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen

Die Forschungsfrage 3 nach den Unterschieden zwischen Mädchen und Jungen wird in zwei Teilfragen gegliedert. Unterschiede zwischen den Geschlechtern kann es in Bezug auf die bisherige Beschäftigung mit Satellitenbildern geben (Forschungsfrage 3a) und in Bezug auf die Kompetenzen bzw. Fähigkeiten, Satellitenbilder zu analysieren (3b). Die erste Teilfrage wird durch die Gegenüberstellung der Häufigkeiten der Satellitenbildnutzung von Jungen und Mädchen beantwortet. In Abbildung 7.13 sind die relativen Werte zunächst für Jungen (m), dann für Mädchen (w) in den drei gestellten Häufigkeitsfragen visualisiert. Es wird nach dem Einsatz von Satellitenbildern in der Schule, der privaten Nutzung sowie dem Einsatz von virtuellen Globen wie z.B. Google Earth gefragt. Die möglichen sechs Antwortkategorien werden zur besseren Vergleichbarkeit in drei Häufigkeitsstufen (*häufig, ab & zu, selten bis nie*, vgl. Kap. 7.2.1) zusammengefasst.

In allen drei Fragen geben die männlichen Befragten höhere Nutzungshäufigkeiten an, und das sowohl bei der häufigen als auch bei der mittleren Nutzungshäufigkeit (vgl. Abb. 7.13). Theoretisch dürfte die Nutzungshäufigkeit von Satellitenbildern in der Schule nicht zwischen Schülerinnen und Schülern variieren, die Angaben sind jedoch signifikant unterschiedlich (χ^2 nach Pearson: 0,005, Phi/Cramers $V = 0,119$, $p = 0,005$). 43 % der Jungen geben an, häufig bzw. ab & zu mit Satellitenbildern in der Schule zu arbeiten, aber nur 32 % der befragten Mädchen (vgl. Abb. 7.13). Auch bei der Beschäftigung mit Satellitenbildern zu Hause rangieren die Schüler mit 48 % häufiger und mittlerer Nutzung signifikant (χ^2 nach Pearson: 0,000, Phi/Cramers $V = 0,172$, $p = 0,000$) vor den Schülerinnen mit 31 %. Signifikante Unterschiede zwischen den Geschlechtern werden auch bei der Nutzung von virtuellen Globen angegeben (χ^2 nach Pearson: 0,024, Phi/Cramers $V = 0,100$, $p = 0,024$), 40 % der Jungen nutzen häufig virtuelle Globen, hingegen nur 32 % der befragten Mädchen.

Forschungsfrage 3b (vgl. Kap. 6.1) sucht nach Unterschieden zwischen Mädchen und Jungen in der Kompetenz, Satellitenbilder zu analysieren. Dafür werden mithilfe der IRT Fähigkeitswerte für jede Person und Kompetenzdimension errechnet und anschließend in SPSS deskriptiven und inferenzstatistischen Analysen unterzogen, um Unterschiede zwischen den Geschlechtern herauszufinden. In Tabelle 7.9 werden die Mittelwerte getrennt für Dimensionen und Schülerinnen und Schüler sowie die dazugehörigen Standardabweichungen (SD)

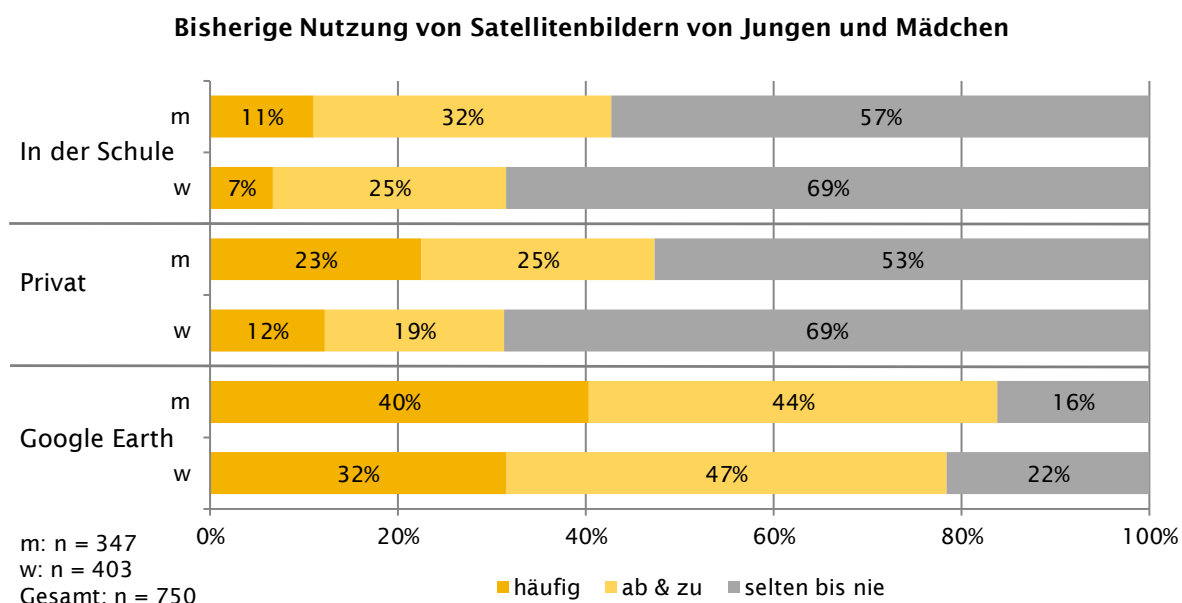


Abb. 7.13: Bisherige Nutzung von Satellitenbildern in Abhängigkeit des Geschlechts (Quelle: eigene Darstellung aus Onlinebefragung)

Geschlecht	Kompetenzdimension 1			Kompetenzdimension 2		
	Mittelwerte	SD	n	Mittelwerte	SD	n
weiblich	-0,0835	0,6887	406	-0,0466	0,7277	406
männlich	0,1132	0,7321	352	0,0632	0,7088	352
Gesamt	0,0079	0,7155	758	-0,0044	0,7206	758

Tab. 7.9: Mittelwerte der Fähigkeiten in Abhängigkeit des Geschlechts (Quelle: eigene Onlinebefragung)

und die Anzahl der Personen (n) aufgelistet. Abbildung 7.14 visualisiert durch Fehlerbalken nochmals die Lage und Streuung dieser Werte.

In der ersten Dimension der Satellitenbild-Lesekompetenz erreichen beispielsweise 406 Schülerinnen einen mittleren Fähigkeitswert von -0,09, die befragten 352 Schüler einen positiven Wert von 0,11 (bei $SD = 0,69$ für Mädchen und $SD = 0,73$ für Jungen). Auch in der zweiten Kompetenzdimension liegen die Mittelwerte der Jungen mit 0,06 über denen der Mädchen mit -0,05. Die Streuung liegt hier bei den Schülern mit $SD = 0,71$ knapp unter der der Schülerinnen mit 0,73.

Ob die hier dargestellten Unterschiede in den Fähigkeiten zwischen den Geschlechtern signifikant sind, kann durch den t-Test für unabhängige Stichproben als Spezialfall der Varianzanalyse mit nur zwei Gruppen nachgewiesen werden. Dieser errechnet in beiden Dimensionen der Satellitenbild-Lesekompetenz hoch signifikante Unterschiede zwischen den Fähigkeiten von Schülerinnen und Schülern ($p = 0,000$ und $0,036$). Die Stärke des Zusammenhangs wird mithilfe η^2 bestimmt. Dieser bescheinigt jedoch für beide Kompetenzdimensionen nur sehr kleine Effekte (kleiner Effekt nach Rost 2007: 0,01-0,08). Für die erste Dimension erklärt das Geschlecht ca. 2 % der Varianz ($\eta^2 = 0,018$), bei der zweiten Dimension nur

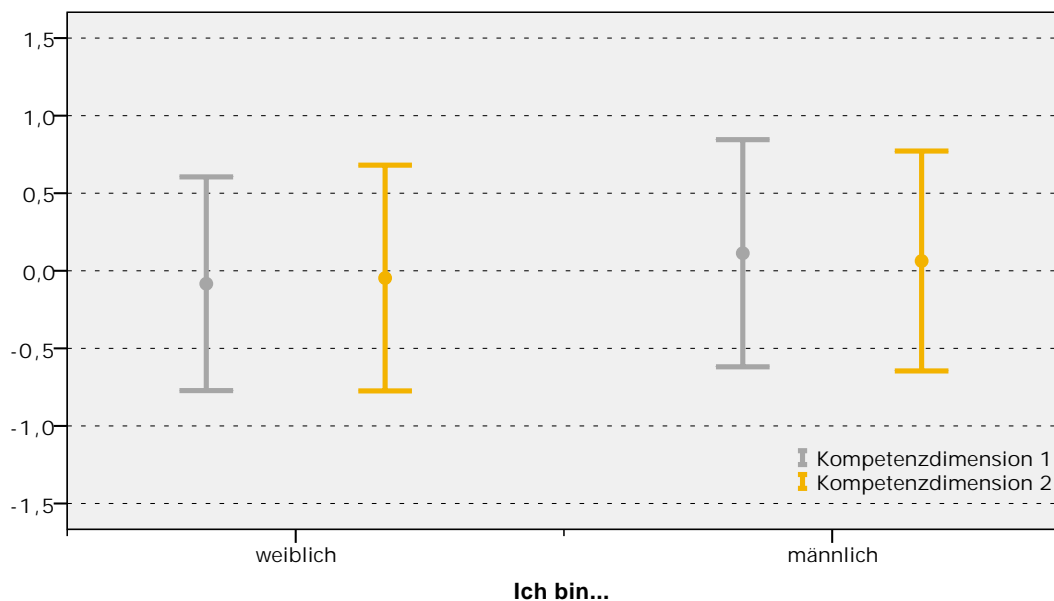


Abb. 7.14: Lage und Streuung der Fähigkeiten in Abhängigkeit des Geschlechts (Quelle: eigene Darstellung aus Onlinebefragung)

knapp 1 % ($\eta^2 = 0,006$). Die Effektstärkengröße d aus G*Power ergibt nur in der ersten Dimension einen kleinen Effekt ($d = 0,277$), in der zweiten Dimension ist der Effekt mit $d = 0,153$ noch geringer. Diese geringen Effektstärken belegen die zwar signifikanten, aber geringen Unterschiede zwischen den befragten Schülerinnen und Schülern.

Da die befragten Schüler angeben, bisher häufiger mit Satellitenbildern gearbeitet zu haben als die befragten Mädchen, könnten die signifikant besseren Fähigkeiten der Jungen mit dem bisherigen Vorwissen erklärt werden. Um diese Möglichkeit zu überprüfen, wird eine Kovarianzanalyse der Fähigkeiten in Abhängigkeit des Geschlechts und Kontrolle des (gesamten) Vorwissens durchgeführt. In der ersten Dimension der Satellitenbild-Lesekompetenz kann trotz der Kontrolle der bisherigen Beschäftigung mit Satellitenbildern ein signifikanter Unterschied zwischen Mädchen und Jungen belegt werden ($p = 0,001$). Die Effektstärke und damit die Unterschiede in den Fähigkeiten sind allerdings gering ($\eta^2 = 0,019$). In der zweiten Dimension der Satellitenbild-Lesekompetenz kann der geringe signifikante Unterschied in den Fähigkeiten zwischen Mädchen und Jungen durch die Häufigkeit der bisherigen Beschäftigung mit Satellitenbildern erklärt werden. Nach der Kontrolle des Vorwissens sind die Unterschiede zwischen den beiden Geschlechtern nicht mehr signifikant ($p = 0,103$).

7.2.4 Einfluss einer Rot-Grün-Sehchwäche

Zusätzlich zu den Kompetenzfragen, den Fragen nach Alter, Geschlecht und Vorwissen, ist eine Ishihara-Farbtafel zur Erkennung einer Rot-Grün-Sehchwäche (vgl. Abb. 7.15) integriert. Diese Farbtafel enthält Punkte in orange und grün und dient der Erkennung von Zahlen, in vorliegendem Bild die Zahl 17/47. Wenn die Zahl nicht bzw. nur die 17 erkannt wird, kann von einer Rot-Grün-Sehchwäche gesprochen werden (Persil 2004). Bei



Abb. 7.15: Ishihara-Farbtafel zur Erkennung einer Rot-Grün-Sehschwäche (Quelle: Persil 2004)

	Kompetenzdimension 1			Kompetenzdimension 2		
	Mittelwerte	SD	n	Mittelwerte	SD	n
Rot-Grün-Sehschwäche						
keine Zahl erkannt	-0,4336	0,8849	19	-0,4993	0,7363	19
Zahl 17 erkannt	-0,1042	0,7397	143	-0,1372	0,8031	143
Zahl 47 erkannt	0,0488	0,6972	596	0,0544	0,6891	596
Gesamt						
	0,0079	0,7155	758	-0,0044	0,7206	758

Tab. 7.10: Mittelwerte der Fähigkeiten in Abhängigkeit einer „Rot-Grün-Sehschwäche“ (Quelle: eigene Onlinebefragung)

der Auswertung der Farbtafel werden alle Antworten in drei Kategorien eingeteilt: die Zahlen werden beide nicht wahrgenommen (starke Sehschwäche), es wird nur die Zahl 17 erkannt (leichte Sehschwäche) oder es wird (auch) die Zahl 47 identifiziert (normalsichtig).

Tabelle 7.10 gibt die Mittelwerte der Fähigkeiten, Satellitenbilder zu analysieren, getrennt für beide Kompetenzdimensionen in Abhängigkeit der Sehschwäche wieder. Neben den Mittelwerten der Kategorien sind wiederum die Standardabweichungen (SD) sowie die Anzahl der Personen (n) aufgeführt. Die Mittelwerte und deren Streuung werden in Abbildung 7.16 in einem Fehlerbalkendiagramm visualisiert. Hier ist klar zu erkennen, dass die Mittelwerte der Fähigkeiten in beiden Dimensionen mit dem Erkennen der Zahl 17 bzw. 47 (bei sinkender Streuung) zunehmen. Dieser visualisierte Zusammenhang zwischen Sehvermögen und der Fähigkeit, Satellitenbilder zu analysieren ist in beiden Kompetenzdimensionen hoch signifikant ($p = 0,002$ und $0,000$).

Tabelle 7.11 gibt weitere statistische Kennwerte zum Zusammenhang von Sehvermögen und Fähigkeiten an. Trotz hoch signifikanter Zusammenhänge sind die Effektstärken zwischen dem Sehvermögen und den Fähigkeiten gering. In der ersten Kompetenzdimension kann etwa 2 % der Varianz durch die Sehschwäche erklärt werden ($\eta^2 = 0,017$, $f = 0,13$), in der zweiten Kompetenzdimension ebenfalls etwa 2 % ($\eta^2 = 0,023$, $f = 0,15$). Auch der nichtparametrische Korrelationskoeffizient Spearman-Rho zeigt für beide Kompetenzdimensionen und dem Sehvermögen kleine, aber hoch signifikante Zusammenhänge mit 0,116 ($p = 0,001$) in der ersten und 0,145 ($p = 0,000$) in der zweiten Dimension.

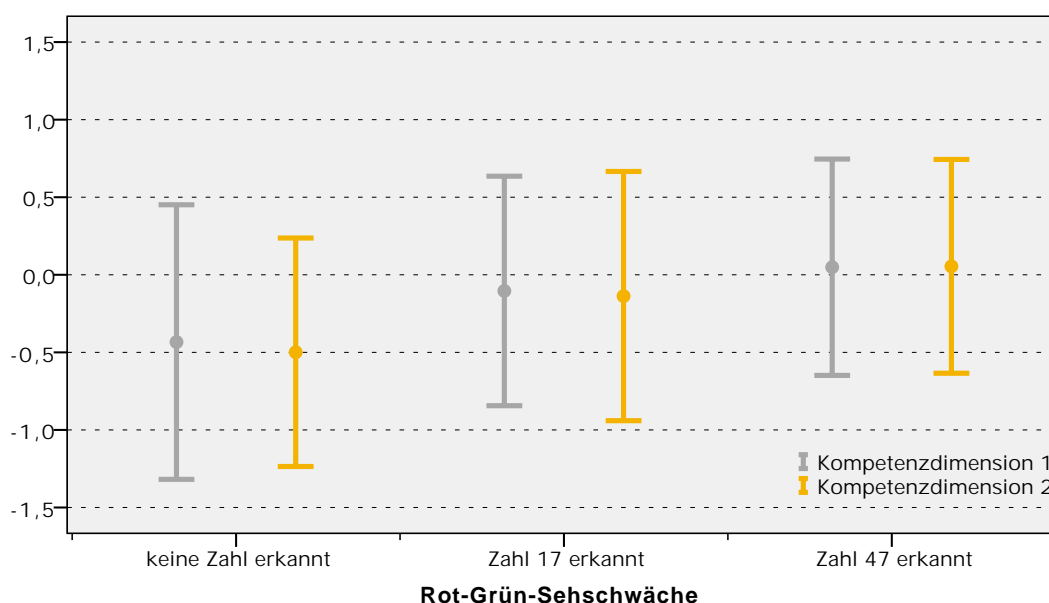


Abb. 7.16: Lage und Streuung der Fähigkeiten bei unterschiedlicher „Rot-Grün-Sehschwäche“ (Quelle: eigene Darstellung aus Onlinebefragung)

	Dimension 1	Dimension 2
ANOVA	$p = 0,002$	$p = 0,000$
η^2	0,017	0,023
f (G*Power)	0,132	0,153

Tab. 7.11: Statistische Kennwerte der Kompetenzdimensionen in Abhängigkeit einer „Rot-Grün-Sehschwäche“ (Quelle: eigene Onlinebefragung)

Die Altersgruppe der Befragten ist durch die Anlage der Untersuchung sehr homogen, da nur die 10. Gymnasialklassen befragt werden. Trotzdem wird überprüft, ob es einen Zusammenhang zwischen Alter und Satellitenbild-Lesekompetenz gibt. Dazu werden alle Befragten in zwei Altersgruppen eingeteilt, in die 14-15-Jährigen und 16-17-Jährigen. Es zeigt sich in allen Tests kein Zusammenhang zwischen Alter und Fähigkeiten, d. h. das Alter besitzt in dieser Studie keinen Einfluss auf die Kompetenz, Satellitenbilder zu analysieren.

7.3 Diskussion der Ergebnisse

Wie in Kapitel 7.1 dargestellt, sind die Fragen zur Überprüfung des Kompetenzstrukturmodells der Satellitenbild-Lesekompetenz in ihrer gemeinsamen Schwierigkeit mit 59,2 % mittlerer Lösungshäufigkeit nahezu optimal für die befragte Zielgruppe der 10. Gymnasialklassen geeignet.

Bei dem Vergleich der passenden eindimensionalen und zweidimensionalen Modelle (vgl. Kap. 7.1.1) kann theoriekonform das zweidimensionale Modell die empirischen Daten statistisch signifikant besser erfassen. Dadurch kann die theoriebasierte zweidimensionale Struktur

der Satellitenbild-Lesekompetenz als empirisch abgesichert und validiert erklärt werden. Bei ähnlich akzeptablen Reliabilitätswerten von $> 0,6$ (vgl. Tab. 7.3) gilt zudem die Zuverlässigkeit der Messung für beide Modelle. Durch die empirische Bestätigung des theoretischen zweidimensionalen Modells kann damit eindeutig die interne Validität der Ergebnisse bescheinigt werden (vgl. Bortz & Döring 2006, Rost 2004).

Abbildung 7.2 zeigt die Verteilung der Personenparameter und Itemschwierigkeiten getrennt für beide Dimensionen. Die Items der ersten Kompetenzdimension „*Natürliches und indikatorisches Bildverstehen*“ kommen vorwiegend im leichten bis mittleren Schwierigkeitsbereich vor und bilden teilweise Cluster. Beispielsweise treten die leichtesten Items 3, 5, 8, 9 und 38 gehäuft auf, ebenso wie die Items 10, 2, 21, 19 und 25.

Die Verteilung der Items in der zweiten Dimension „*Darstellen und Beurteilen des Ausgewertes*“ hat ihren Schwerpunkt ebenfalls bei den mittleren und leichten Schwierigkeiten zwischen 0 und -2,4, acht Items liegen in der oberen Hälfte der Skala (vgl. Abb. 7.2).

Die theoretisch entwickelte vierteilige Stufung der Kompetenzdimensionen kann empirisch nicht so klar wie die Zweidimensionalität des Modells bestätigt werden (vgl. Kap. 7.1.2). Viele Items weichen zwischen theoretisch abgeleiteter und empirisch belegter Stufung um mindestens eine Stufe voneinander ab, obwohl teilweise der Fragetyp und das übergeordnete Satellitenbild der Items identisch sind (vgl. z.B. Abb. 7.4, Items 8-11 innerhalb der ersten Kompetenzdimension). Wenn nur die 596 Schüler ohne Sehschwäche in die Untersuchung einbezogen werden, ändert sich die Verteilung einzelner Items minimal. Die festgelegte empirische Stufung ändert sich dadurch jedoch nicht. Damit kann ein Einfluss der Rot-Grün-Sehschwäche auf die empirische Kompetenzstufung ausgeschlossen werden.

Da sich die theoretische Stufung in der ersten Kompetenzdimension „*Natürliches und indikatorisches Bildverstehen*“ empirisch wenig abgebildet hat, kann post-hoc die Anzahl und Bezeichnung der theoretischen Stufen an die empirischen Ergebnisse angepasst werden. Nach geringer Variation der Aufgabeninhalte bzw. der Wahl geeigneter Satellitenbildauschnitte könnten jedoch die ersten beiden theoretischen Kompetenzstufen „*In Echtfarben-Satellitenbildern Elemente und deren Bedeutung erkennen und beschreiben*“ (Stufe 1) sowie „*In Falschfarben-Satellitenbildern ...*“ (Stufe 2) auch nach der quantitativen Befragung die Stufen empirisch hinreichend gut beschreiben. Den Schülern geläufige Satellitenbildauschnitte (z.B. landwirtschaftliche Flächen oder Städte) mit eindeutig erkennbaren Elementen sollten bei weiteren empirischen Untersuchungen den jeweils passenden Stufen zugeordnet werden können.

Die theoretische dritte und vierte Kompetenzstufe „*Im Sinne einer Gesamtorientierung wesentliche Elemente und deren Bedeutung erkennen sowie deren Beziehungen beschreiben*“ und „*Im Bildvergleich wesentliche Elemente und deren Bedeutung erkennen und beschreiben*“ könnten empirisch zu einer gemeinsamen Stufe zusammengefasst werden, da viele Items der theoretisch vierten Stufe empirisch leichter ausgefallen sind (vgl. auch Abb. 7.3). Außerdem liegt ein Item der theoretisch dritten Stufe in der nächst höheren.

Tabelle 7.12 stellt das nach der empirischen Überprüfung überarbeitete Kompetenzstrukturmodell der Satellitenbild-Lesekompetenz dar. Die Beschreibung für die dritte und höchste Kompetenzstufe der überarbeiteten ersten Dimension kann aus dem bisherigen theoreti-

Stufe	Natürliches und indikatorisches Bildverstehen	Darstellen und Beurteilen des Aussagewertes
3	Im Sinne einer Gesamtorientierung und im Bildvergleich in Echt- und Falschfarben-Satellitenbildern wesentliche Elemente und deren Bedeutung erkennen und beschreiben	Potenziale und Grenzen von Satellitenbildern erkennen und beurteilen
2	In Falschfarben-Satellitenbildern Elemente und deren Bedeutung erkennen und beschreiben	Eignung von Satellitenbildern im Hinblick auf ihre spektrale Auflösung erkennen und beurteilen sowie Satellitenbilder generalisieren und klassifizieren
1	In Echtfarben-Satellitenbildern Elemente und deren Bedeutung erkennen und beschreiben	In Echt- und Falschfarben-Satellitenbildern Elemente selektieren und Strukturen erkennen

Tab. 7.12: Überarbeitetes Kompetenzstrukturmodell der Satellitenbild-Lesekompetenz auf Grundlage der empirischen Ergebnisse (Quelle: eigene Darstellung)

schen Modell leicht modifiziert übernommen werden und lautet demnach: „*Im Sinne einer Gesamtorientierung und im Bildvergleich in Echt- und Falschfarben-Satellitenbildern wesentliche Elemente und deren Bedeutung erkennen und beschreiben*“.

In der zweiten Kompetenzdimension der Satellitenbild-Lesekompetenz, dem „*Darstellen und Beurteilen des Aussagewertes*“, variieren theoretische und empirische Stufung noch stärker als in der ersten Dimension. Die meisten Items, die theoretisch der ersten Kompetenzstufe „*Aus Echtfarben-Satellitenbildern Elemente selektieren, generalisieren und skizzieren*“ zugeordnet werden, finden sich beispielsweise in höheren empirischen Stufen wieder (vgl. Kap. 7.1.2 und Abb. 7.5).

Auch wegen der breiten Streuung der Schwierigkeiten von Items gleichen Aufgabentyps können die Bezeichnungen für die Stufen nicht direkt aus der Theorie übernommen werden, sondern müssen sich an die Items und ihre empirischen Schwierigkeiten anpassen (Baumert et al. 2001, Hartig 2007, Köller et al. 2001). Beispielsweise könnten die beiden unteren Stufen der zweiten Kompetenzdimension zu einer gemeinsamen Stufe zusammengefasst werden. Diese neue Stufe enthielte dann alle Items, die auf der Auswahl von Skizzen für ein passendes Satellitenbild beruhen (alle „*Skizzen-Items*“), unabhängig von der Farbgebung des Satellitenbildes. Die inhaltliche Beschreibung der neuen Stufe könnte mit kleiner Veränderung aus dem theoretischen Modell übernommen werden und hieße dann: „*In Echt- und Falschfarben-Satellitenbildern Elemente selektieren und Strukturen erkennen*“ (vgl. Tab. 7.12).

Die Items 35-37 (Teneriffa/thematische Karten, vgl. auch Kap. 7.1.2) sind durch die wahrscheinliche Beeinflussung zusätzlichen Vorwissens (Wissen über thematische Karten) nicht gut für die Bestimmung einer Satellitenbild-Lesekompetenz geeignet. Daher sollten diese und ähnliche Items in künftigen Untersuchungen durch adäquatere Aufgaben ersetzt werden. Möglich wäre beispielsweise ein häufigerer Einsatz der „*Klassifikationsaufgaben*“ (vgl. Items 39 & 40). Dieser Aufgabentyp sowie die Items 42, 44 und 45 aus der theoretischen dritten Stufe des Modells könnten eine gemeinsame neue Stufe bilden. Die drei Items stellen jeweils ein Echt- und drei Falschfarben-Satellitenbilder zur Auswahl in Bezug auf eine konkrete Fragestellung (vgl. auch Anhang A.1). Eine gemeinsame neue zweite Stufe der zweiten Dimension könnte daher wie folgt lauten: „*Eignung von Satellitenbildern im Hinblick auf*

ihre spektrale Auflösung erkennen und beurteilen sowie Satellitenbilder generalisieren und klassifizieren“ (vgl. Tab. 7.12).

Die höchste Stufe der zweiten Kompetenzdimension „*Potenziale und Grenzen von Satellitenbildern erkennen und beurteilen*“ bildet sich empirisch am schlechtesten ab (vgl. Kap. 7.1.2). Wahrscheinlich ist die Verteilung der Items dieser Stufe, bedingt durch den Aufgabentyp und die drei Antwortmöglichkeiten, leichter als vermutet ausgefallen. Dennoch wird weiterhin von der Richtigkeit der theoretischen Beschreibung für die höchsten Stufe ausgegangen und die Beschreibung der Stufe in das überarbeitete Modell übernommen (vgl. Tab. 7.12). Die Potenziale von Satellitenbildern, also ihre Nutzungsmöglichkeiten sowie die Grenzen der Darstellungsart sind kognitiv am schwierigsten zu lösen und bilden deshalb den Abschluss der Kompetenzdimension. Durch die unzureichende Operationalisierung, d. h. die Wahl des Aufgabentyps, können in der empirischen Untersuchung nur zwei Items der höchsten empirischen Stufe zugeordnet werden (Items 47 & 48, vgl. Abb. 7.5). Andere Formen der Umsetzung dieser Stufenbeschreibung sollten daher in weiteren Untersuchungen thematisiert und erprobt werden, damit die höchste Schwierigkeit für diese Items noch deutlicher auch empirisch belegt werden kann.

Die in Kapitel 6.1 gestellten weiteren Forschungsfragen lassen sich wie folgt beantworten (vgl. auch Kap. 7.2): Der überwiegende Teil der befragten Schüler, nämlich 60 % oder 446 von 750 Personen hat bereits mit Satellitenbildern im Unterricht gearbeitet, die meisten Befragten allerdings bisher nur sporadisch bis selten. Die Mehrheit der bisherigen Satellitenbildnutzer in der Schule verwendet diese Bilder weniger als einmal im Jahr, einmal im Halbjahr bzw. einmal im Jahr (vgl. Abb. 7.7 und Tab. 7.6). Damit lassen sich die Vermutungen aus Kapitel 6.1 bestätigen, dass viele Schüler zwar bereits Satellitenbilder nutzen, allerdings selten und noch nicht flächendeckend (Klein 2007, Siegmund 2010).

Wenn Satellitenbilder im Unterricht verwendet werden, dann vorwiegend im Fach Geographie (vgl. Abb. 7.8). Hier spiegelt sich die Vorreiterrolle des Faches Geographie für die Integration der neuen Technologie wider. Außerdem geben die Schüler, die bereits mit Satellitenbildern in der Schule in Berührung kommen, an, diese hauptsächlich erst in der Mittelstufe zu nutzen ($n = 236$). Bei der Form des Einsatzes von Satellitenbildern wird erwartungsgemäß die analoge Form durch Schulbücher, Atlanten oder OH-Folien am häufigsten genannt ($n = 231$). Weniger als die Hälfte der Nennungen entfallen auf den Einsatz von Satellitenbildern in Filmen, Präsentationen oder die Betrachtung am Computer (vgl. auch Abb. 7.8).

Die private Nutzung von Satellitenbildern wird von den Schülern etwas widersprüchlich beantwortet. Auf die Frage, ob sie sich schon privat mit Satellitenbildern auseinandergesetzt haben, antworten 46 %, dass sie dies noch nie getan hätten, ein höherer Prozentsatz als in der schulischen Nutzung (vgl. Abb. 7.7). Trotzdem geben 94 % der befragten Schüler an, privat schon mit virtuellen Globen wie z.B. Google Earth gearbeitet zu haben. Über die Gründe dieser Verteilungen kann hier nur spekuliert werden, eventuell ist den Schülern nicht bewusst, dass sie in virtuellen Globen Satellitenbilder nutzen, vielleicht definieren sie die Ansicht eher als Kartendarstellung. Die Vermutung, dass die private Nutzungshäufigkeit von Satellitenbildern höher als die der schulischen liegt (vgl. Kap. 6.1), kann durch die Frage nach der Beschäftigung mit virtuellen Globen bestätigt werden.

Die Frage nach einem positiven Zusammenhang zwischen der bisherigen Beschäftigung mit Satellitenbildern und der Fähigkeit, diese zu analysieren, kann mit Einschränkungen bejaht werden (Forschungsfrage 2, vgl. Kap. 7.2.2). Durch einen visuellen wie statistisch errechneten Vergleich zwischen den Fähigkeitsmittelwerten der Kompetenzdimensionen und der unterschiedlichen Nutzungshäufigkeit von Satellitenbildern in schulischer und privater Hinsicht sowie der Nutzung von virtuellen Globen kann von einem schwachen, aber statistisch signifikanten Zusammenhang gesprochen werden (p zwischen 0,000 & 0,011). Je häufiger Satellitenbilder privat zum Einsatz kommen, desto höher steigen die Personenfähigkeitswerte und damit die Kompetenz, Satellitenbilder zu analysieren (vgl. Tab. 7.7).

Zwischen häufigerer Nutzung von Satellitenbildern in der Schule und besserem Abschneiden bei den Kompetenzfragen besteht nur in der zweiten Kompetenzdimension ein statistisch abgesicherter Zusammenhang (vgl. Tab. 7.8). Ein schwacher, aber statistisch hoch signifikanter Zusammenhang besteht zwischen der privaten Nutzung von Satellitenbildern und dem besseren Abschneiden in beiden Kompetenzdimensionen (vgl. Tab. 7.7, 7.8 und Abb. 7.10). Ebenfalls kleine, aber statistisch signifikante Zusammenhänge können zwischen einer häufigeren Nutzung von virtuellen Globen und den Fähigkeiten, Satellitenbilder zu analysieren, gemessen werden (vgl. Tab. 7.7 und 7.8 sowie Abb. 7.11).

Fasst man die drei Fragen der Nutzung von Satellitenbildern zusammen (schulische, private und die Nutzung von virtuellen Globen), so kann ebenfalls ein statistisch kleiner, aber signifikanter Zusammenhang zwischen Nutzungshäufigkeiten und einer Satellitenbild-Lesekompetenz bescheinigt werden (vgl. Kap. 7.2.2). Wie durch bisherige Forschungen untermauert (Artelt 2005, Ausubel 1968, Mayer 2001, Ossimitz 2000, Siegmund 2010, Steiner 2006, Wodzinski 2003 u.a.), kann bei höherem Vorwissensstand bzw. häufigerer Beschäftigung mit einem bestimmten Medium auch eine höhere Kompetenz erreicht werden, dieses zu analysieren.

Die letzte Forschungsfrage in Bezug auf Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen kann eindeutig beantwortet werden (vgl. auch Kap. 7.2.3): Jungen beschäftigen sich, wie durch die Interessensforschung angedeutet (Hemmer & Hemmer 1997, 2002), statistisch signifikant in allen drei befragten Kategorien (in der Schule, zu Hause und mit virtuellen Globen) häufiger mit Satellitenbildern als Mädchen (vgl. Abb. 7.13). Dass auch eine häufigere Nutzung von Satellitenbildern in der Schule durch Jungen signifikant ist, mag erstaunlich klingen. Wahrscheinlich erinnern sich Jungen stärker an diese Unterrichtseinheiten als Mädchen, da sie eventuell besonders interessant für sie waren, oder sie wählen interessehalber im Unterricht (z.B. bei Stationenarbeit) häufiger Aufgaben mit Satellitenbildern.

Wie schon in Kapitel 6.1 angedeutet, weisen die befragten Schüler in beiden Dimensionen der Satellitenbild-Lesekompetenz statistisch signifikant bessere Fähigkeiten auf als die teilnehmenden Schülerinnen (vgl. Tab. 7.9 und Abb. 7.14). Nach einer Kovarianzanalyse der Fähigkeitsunterschiede zwischen Mädchen und Jungen mit Kontrolle des Vorwissens sind die Fähigkeiten zwischen den Geschlechtern jedoch nur noch in der ersten Dimension der Satellitenbild-Lesekompetenz signifikant unterschiedlich. In der zweiten Kompetenzdimension können die Unterschiede in den Fähigkeiten zwischen Schülerinnen und Schülern mit der häufigeren Nutzung von Satellitenbildern durch die Jungen erklärt werden. Die verbleibenden Fähigkeitsunterschiede in der ersten Kompetenzdimension können eventuell durch

eine bessere räumliche Denkfähigkeit der Jungen begründet sein (vgl. auch Köck 2005). Mit großer Wahrscheinlichkeit ist räumliches Denken mitentscheidend bei der Analyse von großräumigen Satellitenbildern. Wie die Studie von Goldberg & Kirman (1990) kommt auch die vorliegende Studie zu keinen eindeutigen Ergebnissen in Bezug auf Geschlechterunterschiede.

Ausblick

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass es möglich ist, ein Kompetenzstrukturmodell der Satellitenbild-Lesekompetenz theoretisch abzuleiten und empirisch abzusichern. Besonderes Augenmerk liegt dabei einerseits auf einer fundierten theoretischen Herleitung des Modells und andererseits auf einer gut durchdachten quantitativen Überprüfung des Konstrukts. Das Kompetenzstrukturmodell der Satellitenbild-Lesekompetenz wird in dieser Arbeit wie folgt definiert: durch die beim Individuum verfügbaren oder erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, wesentliche Elemente in Satellitenbildern (Echt- und Falschfarben-Satellitenbilder) der Erdoberfläche zu erkennen, ihre Beziehungen zueinander zu beschreiben, sowie den Aussagewert (Potenziale und Grenzen) von Satellitenbildern zu erkennen und zu beurteilen.

Das Modell kann in seiner theoretischen Zweidimensionalität empirisch validiert werden. Die theoriebasierten Kompetenzdimensionen *„Natürliches und indikatorisches Bildverstehen“* und *„Darstellen und Beurteilen des Aussagewertes“* beschreiben die erhobenen Daten empirisch besser als eine eindimensionale Skalierung der Satellitenbild-Lesekompetenz (vgl. Kap. 7.1.1, Kollar & Siegmund 2012). Innerhalb der ersten Kompetenzdimension können Elemente in Satellitenbildern erkannt, beschrieben sowie im Sinne einer Gesamtorientierung und im Bildvergleich angewendet werden. Es handelt sich hier um eine bildimmanente Kompetenz des Erkennens, Beschreibens und Interpretierens von Bildinhalten. Kennzeichen der zweiten Kompetenzdimension ist neben einer Selektion wichtiger Elemente und Strukturen, das Generalisieren und Klassifizieren von Inhalten sowie das über den reinen Bildinhalt hinausgehende Beurteilen des Bildinhaltes, indem Möglichkeiten und Grenzen von Satellitenbildern eingeschätzt werden.

Die theoretische Stufung des Kompetenzstrukturmodells in vier aufeinander aufbauenden Niveaustufen kann empirisch nicht eindeutig bestätigt werden (vgl. Kap. 7.1.2). Einige Items variieren in ihrer theoretisch vermuteten und empirisch nachgewiesene Schwierigkeit. Ausgehend von diesen leichten Abweichungen wird ein überarbeitetes Kompetenzstrukturmodell der Satellitenbild-Lesekompetenz (vgl. Tab. 7.12 in Kap. 7.3) erstellt, das künftigen Untersuchungen als Basis dienen kann. Statt den ursprünglichen vier Stufen enthalten beide Kompetenzdimensionen nun noch drei aufeinander aufbauende Stufen. Teilweise wurden die theoretischen Stufen schlicht übernommen (z. B. die ersten beiden Stufen der ersten Dimension oder die vierte Stufe der zweiten Dimension), bisherige Stufen zu einer gemeinsamen neuen Stufe zusammengefasst (vgl. Stufe drei und vier der ersten Dimension) oder

die Formulierung der Stufen an die empirischen Ergebnisse angepasst (vgl. Stufe eins und zwei der zweiten Dimension).

Um beispielsweise die Stufung der Kompetenzdimensionen zu festigen, könnten weitere quantitative und qualitative Untersuchungen angeschlossen werden, da die theoretische Schwierigkeit in einigen Fällen nicht der tatsächlichen empirischen Schwierigkeit für die befragten Schüler entspricht. Hier könnten qualitative Leitfadeninterviews über die betreffenden Items (beispielsweise Items 11, 14, 35-37 und 41-55) weitere Erkenntnisse zur Einordnung von schwierigkeitsbestimmenden Merkmalen liefern. Außerdem könnte bei einigen Items die Fragestellungen angepasst, zusätzliche Satellitenbildausschnitte oder Antwortkategorien angegeben werden, um eindeutiger Antworten zu erhalten und Ratewahrscheinlichkeiten zu reduzieren (z. B. bei Item 10, 15-17, 34, 46-55). Eventuell könnten bei zukünftigen Erhebungen zur Satellitenbild-Lesekompetenz weitere Items in den höheren Anforderungsbereichen beider Kompetenzdimensionen integriert werden (vgl. auch Abb. 7.1). Darüber hinaus könnten weitere Aufgabenentwicklungen ohne vorhergehende Stufenzuweisung getestet werden und im Nachhinein eine Niveaustufenbildung erfolgen.

Vertiefende Untersuchungen wären zudem hilfreich, um insgesamt vor allem die Stufen der zweiten Dimension der Satellitenbild-Lesekompetenz abgesicherter beschreiben zu können. Post-hoc wurde beispielsweise versucht, Muster in den empirischen Schwierigkeiten der Items zu finden, bzw. die Itemverteilung anhand bestimmter Parameter zu erklären. In beiden Dimensionen wurde die Verteilung der Itemschwierigkeiten visuell daraufhin untersucht, ob die Wahl des Satellitenbildausschnitts durch die Parameter Raum (Nahraum: Aufnahmen aus Baden-Württemberg vs. Fernraum), angesprochenes Thema (physisch- vs. humangeographisch) oder gewählte räumliche Auflösungen einen Einfluss auf die empirische Verteilung der Items haben.

Bei Unterteilung der Items in Nah- und Fernraum können keine schwierigkeitsbestimmenden Muster entdeckt werden. In beiden Kompetenzdimensionen sind außerdem die Satellitenbildausschnitte aus dem Fernraum dominant. Auch die Bezogenheit auf physisch-geographische oder humangeographische Themen erlaubt keine Hinweise auf schwierigkeitsbezogene Muster. Die Mehrheit der Items spricht zudem physisch-geographische Themen wie z.B. die Landbedeckung oder die geographische Verortung in die entsprechenden Klima- und Vegetationszonen an. Die räumliche Auflösung der verwendeten Satellitenbilder spielt ebenfalls keine schwierigkeitsbestimmende Rolle, da fast alle Satellitenbilder ähnliche mittlere räumliche Auflösungen (ein Pixel: etwa 30m, meist Landsat-Aufnahmen) aufweisen.

Tendenziell leichter fallen die Items aus, die ausschließlich Echtfarben-Satellitenbilder zeigen. Sie liegen in der ersten Kompetenzdimension und mit Ausnahme von Item 26 alle im mittleren bis unteren Schwierigkeitsbereich (Itemschwierigkeiten von -3,8 bis 0,1). Die „Falschfarben-Items“ der ersten Dimension weisen mittlere Itemschwierigkeiten von -1,2 bis 1 auf. Dieses Muster ist in der zweiten Kompetenzdimension ebenfalls ausgeprägt, die Echtfarben-Satellitenbilditems der zweiten Dimension streuen mit Ausnahme von Item 36 von -2,4 bis 0,6. Die Itemschwierigkeiten der „Falschfarben-Satellitenbilditems“ in der zweiten Kompetenzdimension rangieren in ihren Itemschwierigkeiten von -1,4 bis 1,6.

Eine weitere Möglichkeit die schwierigkeitsbestimmenden Merkmale der Items zu spezifizieren, wäre die systematische Variation der Itemmerkmale in künftigen Untersuchungen. Hier könnte jeweils nur ein schwierigkeitsbestimmendes Merkmal einer Aufgabe (wie z.B. die Farbgebung oder die Anzahl der Antwortmöglichkeiten) verändert werden, alle anderen Parameter der Aufgabe blieben konstant. Sehr geringe Variationen von Items könnten getestet und damit auch minimale Veränderungen von Itemschwierigkeiten entdeckt und die entscheidenden schwierigkeitsbestimmenden Merkmale herausgefiltert werden. Zeitökonomisch umzusetzen wären die Variationen in einem Multi-Matrix-Design (vgl. Rost 2008). Hier würden nicht allen Probanden die gleichen Items, sondern nur eine sich mit anderen überschneidende Auswahl an Items aus einem größeren Fragenpool gestellt. Auswertungen dieses Befragungs-Designs sind mit der Item-Response-Theorie ebenfalls problemlos möglich (Hartig 2007, Ingenkamp & Lissmann 2008, Rost 2008).

Als Post-hoc-Analyse bietet sich an, diese Struktur noch genauer in weiteren empirischen Arbeiten zu untersuchen. Bei entsprechend ausgeweiteter Itemanzahl wäre eine dreidimensionale Skalierung der Satellitenbild-Lesekompetenz denkbar, bei der beispielsweise die zweite Dimension in zwei getrennte Dimensionen geteilt werden könnte. Die ersten beiden Stufen der zweiten Kompetenzdimension zielen auf den Darstellungsaspekt (*„Aus Echtfarben- bzw. Falschfarben-Satellitenbildern Elemente selektieren, generalisieren und skizzieren“*) und könnten somit eine eigene Dimension bilden. Die beiden höheren Stufen der Dimension fokussieren auf die Beurteilung des Aussagewertes eines Satellitenbildes (*„Eignung von Satellitenbildern im Hinblick auf ihre Auflösung (räumlich wie spektral) auf Fragestellungen erkennen und beurteilen“* sowie *„Potenziale und Grenzen von Satellitenbildern erkennen und beurteilen“*) und könnten ebenfalls eine eigene Dimension abbilden. Ob sich dies aber als empirisch brauchbar erweist, müssten weiteren Operationalisierungen, Aufgabenentwicklungen und Befragungen der Zielgruppe ergeben.

Trotz dieser Einschränkungen können die Ergebnisse der Kompetenzanalyse für eine explorative Beantwortung der weiteren Forschungsfragen (vgl. Kap. 7.2) herangezogen werden. Hier zeigt sich, dass die Vermutungen bzw. Hypothesen größtenteils verifiziert werden können. Die Mehrheit der befragten Schüler hat bereits mit Satellitenbildern in der Schule gearbeitet (60%), meist im Fach Geographie (vgl. Kap. 7.2.1). Auch kann die Vermutung bestätigt werden, dass die private Satellitenbild-Nutzung über der schulischen liegt (vgl. Kap. 7.2.2). Ein positiver Zusammenhang zwischen häufiger Nutzung von Satellitenbildern und der Kompetenz, diese zu analysieren, attestieren zudem zahlreiche Vorwissensstudien (vgl. v.a. Ausubel 1968, Ossimitz 2000). Dass Jungen häufiger Satellitenbilder nutzen, kann auch durch die geographiedidaktische Interessensforschung (vgl. Hemmer & Hemmer 2002) erhärtet werden. Die leichte Dominanz der Schüler im Hinblick auf ihre Satellitenbild-Lesekompetenz gegenüber den Schülerinnen kann durch bessere räumliche Denkfähigkeiten begründet werden (vgl. Köck 2005). Dies bedarf jedoch weiterer, explizit auf diese Fragestellung ausgerichteter Forschungen. In Folgestudien könnten beispielsweise parallel zu Items zur Satellitenbild-Lesekompetenz auch welche zum räumlichen Denken gestellt werden, um direkter einen Einfluss räumlichen Denkens auf die Analyse von Satellitenbildern dokumentieren zu können.

Sehr positiv erwies sich die Nutzung der Software LimeSurvey zur Online-Befragung der teilnehmenden Schüler. Durch vordefinierte Fragetypen und die Möglichkeit an geeigneten Stellen Bilder bzw. Satellitenbilder einzufügen, eignet sich diese benutzerfreundliche Software sehr gut, um bild- und farbintensive Befragungen schnell, kostengünstig und effektiv durchzuführen. Ein weiterer Vorteil dieser Methode ist die Speicherung der eingehenden Antworten in einer Datenbank, die direkt in SPSS und andere gängige Statistikprogramme exportiert werden kann.

Wie in vielen quantitativen Untersuchungen könnte die Rücklaufquote der Teilnehmenden noch höher sein, obwohl eine Genehmigung der Studie durch das Kultusministeriums beilag und schon im Anschreiben eine kostenfreie Fortbildung im Bereich der Geomediendidaktik über die „GIS-Station – dem Klaus-Tschira-Kompetenzzentrum für digitale Geomedien“ als Anreiz angeboten wurden. Nur eine Schule machte von diesem Fortbildungsangebot auch Gebrauch.

Pädagogische Relevanz kann das hier entwickelte Kompetenzstrukturmodell der Satellitenbild-Lesekompetenz unter anderem durch Anwendung in weiteren Studien zur Überprüfung des Kompetenzzuwachses erhalten. Eine Studie zu Förderungspotenzialen der Fernerkundung im Unterricht, die derzeit in der Abteilung Geographie der Pädagogischen Hochschule Heidelberg durchgeführt wird, nutzt beispielsweise das hier vorgestellte Modell als Testgrundlage. Mithilfe des Modells kann die Wirksamkeit unterschiedlicher Formen der Wissensvermittlung getestet werden. In einem Zwei-Gruppen Pretest-Posttest-Plan werden in dieser Studie die Unterrichtsmethoden der direkten Instruktion und die offene Form des entdeckenden Lernens einander gegenübergestellt. Vor und nach den entsprechenden Treatmentstunden wird die Kompetenz der teilnehmenden Schüler überprüft. Als Basis der Befragung dienen dabei das überarbeitete Modell der Satellitenbild-Lesekompetenz und die entsprechenden Items aus der empirischen Überprüfung.

Das Modell und die hier entwickelten Items könnten auch in weiteren Studien als Grundlage zur Förderung der Satellitenbild-Lesekompetenz herangezogen werden. Außerdem besteht die Möglichkeit, dass das Kompetenzmodell Anhaltspunkte für weitere geographiedidaktische Modelle ähnlicher Methoden oder Medienformen bietet wie beispielsweise für die Erstellung und Überprüfung von Kompetenzmodellen geographischer Bilder, Fotos oder Filmen bzw. Geographischen Informationssystemen (GIS).

In jedem Fall sollte die Nutzung von Satellitenbildern auch nach didaktischen Gesichtspunkten und nicht zuletzt der Forderung nach größerer Methodenvielfalt noch stärker in den bisherigen Geographieunterricht integriert werden, als es bisher der Fall ist. Dazu bedarf es aber nicht nur geographiedidaktischer Forschungen wie in der vorliegenden Arbeit zur Entwicklung einer Satellitenbild-Lesekompetenz, sondern zusätzlich fundierte und auf den Unterricht zugeschnittene Materialien und Fortbildungen für Lehrerinnen und Lehrer, um ihnen die Vorzüge und Möglichkeiten dieser Bilder und Analysemöglichkeiten vorzustellen. Unterrichtspraktische Arbeiten in der Abteilung Geographie an der Pädagogischen Hochschule Heidelberg (z. B. SEOS: „*Science Education for Earth Observation for High Schools*“, BLIF: „*Blickpunkt Fernerkundung*“, GLOKAL Change: „*GLObale Umweltveränderungen loKAL bewerten lernen*“), des Geographischen Instituts der Universität Bonn (z. B. FIS: „*Fernerkundung in Schulen*“) oder die Einrichtung von Fortbildungszentren wie der

„GIS-Station – Klaus-Tschira-Kompetenzzentrum für digitale Geomedien“ zielen daher auf eine stärkere Integration von didaktisch aufgearbeiteten Fernerkundungsmaterialien in den Geographieunterricht.

Die in der Einleitung gestellte Frage „*Brauchen wir eine Satellitenbild-Lesekompetenz?*“ kann nach Durchführung dieser Studie und der generell wachsenden Bedeutung (digitaler) räumlicher Geoinformation in unserer heutigen Gesellschaft und Arbeitswelt uneingeschränkt bejaht werden. Damit diese Kompetenz auch eindeutig gemessen und verglichen werden kann, bedarf es theoretisch entwickelter und empirisch überprüfter Kompetenzstrukturmodelle, wie das hier vorgestellte Modell der Satellitenbild-Lesekompetenz. Auf diesem können weitere Studien aufbauen und damit zu einer Verbesserung dieser Geomedienkompetenz beitragen.

Literaturverzeichnis

- Adams, R., Wu, M. (2002): PISA 2000 Technical Report, Paris.
- Albertz, J. (2007): Einführung in die Fernerkundung. Grundlagen der Interpretation von Luft- und Satellitenbildern, Darmstadt.
- Alean, J., Biber, T. (2005): Entdeckendes Lernen mit Satellitenbildern - Eine "halb-offene" Unterrichtseinheit. In: Geographie heute, 26 (235), S. 35–37.
- Ante, U., Busche, D. (1979): Hindernisse beim Einsatz von Satellitenbildern im Geographieunterricht. In: Geographische Rundschau, 31 (2), S. 82–86.
- Artelt, C. (2005): Expertise Förderung von Lesekompetenz, Bonn.
- Artelt, C., Baumert, J., Klieme, E., Neubrand, M., Prenzel, M., Schiefele, U., Schneider, W., Schümer, G., Stanat, P., Tillmann, K.-J., Weiß, M. (2001): PISA 2000 - Zusammenfassung zentraler Befunde, Berlin.
- Artelt, C., Schlagmüller, M. (2004): Der Umgang mit literarischen Texten als Teilkompetenz im Lesen? Dimensionsanalysen und Ländervergleiche. In: Schiefele, U., Artelt, C., Schneider, W., Stanat, P. (Hrsg.): Struktur, Entwicklung und Förderung von Lesekompetenz. Vertiefende Analysen im Rahmen von PISA 2000, Wiesbaden, S. 169–196.
- Artelt, C., Stanat, P., Schneider, W., Schiefele, U., Lehmann, R. (2004): Die PISA-Studie zur Lesekompetenz. Überblick und weiterführende Analysen. In: Schiefele, U., Artelt, C., Schneider, W., Stanat, P. (Hrsg.): Struktur, Entwicklung und Förderung von Lesekompetenz. Vertiefende Analysen im Rahmen von PISA 2000, Wiesbaden, S. 139–168.
- Asendorf, C. (2006): Bewegliche Fluchtpunkte - Der Blick von oben und die moderne Raumanschauung. In: Maar, C., Burda, H. (Hrsg.): Iconic worlds. Neue Bilderwelten und Wissensräume, Köln, S. 19–49.
- Australian Catholic University (2009): Online research with LimeSurvey, <http://www.acu.edu.au/%5F%5Fdata/assets/pdf%5Ffile/0006/195639/Microsoft%5FWord%5F-%5FIT%5FNEWSLETTER%5FJuLY%5F2009%5FV1.0.pdf> (Letzter Zugriff: 12.03.2012).
- Ausubel, D. P. (1968): Educational Psychology. A Cognitive View, New York.

- Bachmann, M., Möller, C. (1995): Satellitenbilddauswertung im Unterricht - Ergebnisse und Erfahrungen aus einem bundesweiten Pilotprojekt. In: Bludau-Hary, A., Bachmann, M., Steinborn, W. (Hrsg.): *Erderkundung leichtgemacht. Ein Ratgeber für Satellitendirekt-empfang und Bilddauswertung als neues Medium im fächerübergreifenden Unterricht*, Gotha, S. 92–114.
- Bamford, A. (2007): Bildbereit. Die Bedeutung visueller Bildung. In: Niehoff, R., Wenrich, R. (Hrsg.): *Denken und Lernen mit Bildern. Interdisziplinäre Zugänge zur ästhetischen Bildung*, München, S. 56–80.
- Bandilla, W. (1999): WWW-Umfragen - Eine alternative Datenerhebungstechnik für die empirische Sozialforschung? In: Batinic, B., Werner, A., Gräf, L., Bandilla, W. (Hrsg.): *Online research. Methoden, Anwendungen und Ergebnisse*, Göttingen, S. 9–19.
- Bär, O. (1977): Karte - Luftfoto - Satellitenbild und ihre Verwendung im Unterricht. In: *Geographica Helvetica*, 32 (3), S. 145–150.
- Baumert, J., Artelt, C., Klieme, E., Stanat, P. (2001): PISA - Programme for International Student Assessment. Zielsetzung, theoretische Konzeption und Entwicklung von Messverfahren. In: Weinert, F. (Hrsg.): *Leistungsmessung in Schulen*, Weinheim, S. 285–310.
- Baumert, J., Bos, W., Lehmann, R. (2000): Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie (TIMSS/III) - Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn - Band 1: Mathematische und naturwissenschaftliche Grundbildung am Ende der Pflichtschulzeit, Opladen.
- Bayrisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus (2004): *Lehrplan für das Gymnasium in Bayern*, München.
- Berendt, B. (2005): Kognitionswissenschaft. In: Sachs-Hombach, K. (Hrsg.): *Bildwissenschaft. Disziplinen, Themen, Methoden*, Frankfurt am Main, S. 21–36.
- Bertin, J. (1974): *Graphische Semiologie. Diagramme, Netze, Karten*, Berlin.
- Billmeyer, F. (2008): Viele Bilder, überall - Bildkompetenz in der Mediengesellschaft. In: Lieber, G. (Hrsg.): *Lehren und Lernen mit Bildern. Ein Handbuch zur Bilddidaktik*, Baltmannsweiler, S. 72–80.
- Bludau-Hary, A., Bachmann, M., Steinborn, W. (1995): Wettersatellitenempfang und Satellitenbildverarbeitung in der Schule - wozu? In: Bludau-Hary, A., Bachmann, M., Steinborn, W. (Hrsg.): *Erderkundung leichtgemacht. Ein Ratgeber für Satellitendirekt-empfang und Bilddauswertung als neues Medium im fächerübergreifenden Unterricht*, Gotha, S. 11–16.
- Bond, T. G., Fox, C. M. (2007): *Applying the Rasch Model. Fundamental Measurement in the Human Sciences*, Mahwah.
- Bortz, J., Döring, N. (2006): *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*, Berlin.
- Bortz, J., Schuster, C. (2010): *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*, Heidelberg.

- Brassel, K. (1997): Umweltanalyse mit GIS und Fernerkundung - Einleitung zum Themenheft. In: *Geographica Helvetica*, 52 (1), S. 3–4.
- Brauner, E. (1994): Soziale Interaktion und mentale Modelle. Planungs- und Entscheidungsprozesse in Planspielgruppen, Münster.
- Breitbach, T. (1996a): Stellenwert und Handhabung der Fernerkundung im Geographieunterricht. In: *Geographie und Schule*, 18 (104), S. 26–39.
- Brosius, F. (2011): SPSS 19, Hamburg.
- Brucker, A. (1975): Neue Medien zur Satellitengeographie - Transparente - Poster - Dias. In: *Lehrmittel aktuell*, 1 (5/6), S. 67–71.
- Brucker, A. (1976): Satellitenbilder im Geographieunterricht. In: *Geographische Rundschau*, 28 (9), S. 378–380.
- Brucker, A. (1981): Sehgewohnheiten ändern - Satellitenbilder als Medien im Unterricht. In: *Praxis Geographie*, 11 (1), S. 2–3.
- Brucker, A. (2006): Luft- und Satellitenbilder. In: Haubrich, H. (Hrsg.): *Geographie unterrichten lernen. Die neue Didaktik der Geographie konkret*, München, S. 178–179.
- Bühner, M. (2004): Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion, München.
- CHIP (2008): CHIP Studie "Kids am Computer".
- Christiansen, D. (2007): Entwicklung und Erprobung von Aufgaben zur Erfassung zentraler Kompetenzen im Chemieunterricht am Beispiel Säuren und Basen, Kiel.
- Deutsche Gesellschaft für Geographie (2002): Grundsätze und Empfehlungen für die Lehrplanarbeit im Schulfach Geographie, Berlin.
- Deutsche Gesellschaft für Geographie (2006): Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss, Berlin.
- Deutsche Gesellschaft für Geographie (2008): Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss - mit Aufgabenbeispielen, Berlin.
- Duit, R., Häußler, P., Prenzel, M. (2001): Schulleistungen im Bereich der naturwissenschaftlichen Bildung. In: Weinert, F. (Hrsg.): *Leistungsmessung in Schulen*, Weinheim, S. 169–186.
- Duncker, L. (2006): Ästhetische Alphabetisierung als Bildungsquelle. In: *kursiv - Journal für politische Bildung*, 2, S. 12–24.
- Dutke, S. (1994): Mentale Modelle. Konstrukte des Wissens und Verstehens. Kognitionspsychologische Grundlagen für die Software-Ergonomie, Stuttgart.
- Ehlers, M. (1997): Fernerkundung und GIS bei Umweltmonitoring und Umweltmanagement. In: *Geographica Helvetica*, 52 (1), S. 5–10.

- Einhaus, E. A. (2007): Schülerkompetenzen im Bereich Wärmelehre - Entwicklung eines Testinstruments zur Überprüfung und Weiterentwicklung eines normativen Modells fachbezogener Kompetenzen, Berlin.
- Embretson, S. E., Reise, S. P. (2000): Item response theory for psychologists, Mahwah.
- Ernst, E. (1969): Das Luftbild im Unterricht. In: Der Erdkundeunterricht, 10, S. 53–80.
- Erpenbeck, J., von Rosenstiel, L. (2003): Einführung. In: Erpenbeck, J., von Rosenstiel, L. (Hrsg.): Handbuch Kompetenzmessung: erkennen, verstehen und bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis, Stuttgart, S. ix–xxxvii.
- Falk, G. (2003): Didaktik des computerunterstützten Lehrens und Lernens - illustriert an Beispielen aus der geographieunterrichtlichen Praxis, Berlin.
- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., Lang, A.-G. (2009): Statistical Power Analyses using G*Power 3.1. Tests for Correlation and Regression Analyses. In: Behavior Research Methods, 41 (4), S. 1149–1160.
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., Buchner, A. (2007): G*Power 3. A Flexible Statistical Power Analysis Program for the Social, Behavioral, and Biomedical Sciences. In: Behavior Research Methods, 39 (2), S. 175–191.
- Fern-Universität Hagen (2011): Online-Umfragen mit LimeSurvey erstellen - Einfach und schnell, <http://www.fernuni-hagen.de/ksw/medienblog/?p=147> (Letzter Zugriff: 12.03.2012).
- Finke, R. (1986): Bildhaftes Vorstellen und visuelle Wahrnehmung. In: Ritter, M. (Hrsg.): Wahrnehmung und visuelles System, Heidelberg, S. 178–185.
- Fischer, G. H., Molenaar, I. (1995): Rasch Models. Foundations, recent Developments, and Applications, New York.
- Flath, M. (2004): Lesekompetenz im Geographieunterricht - Methodisch-didaktische Überlegungen zur Entwicklung von Lesekompetenz. In: Geographie heute, 25 (221/222), S. 68–69.
- Flath, M., Fuchs, G. (2000): Lernen mit neuen Medien im Geographieunterricht, Stuttgart.
- Flath, M., Krause, J. (1996): Das geographische Weltbild als oberstes Ziel - Aus der Richtlinienarbeit in den neuen Bundesländern. In: Schultze, A. (Hrsg.): 40 Texte zur Didaktik der Geographie, Gotha.
- Fricke, W., Vögler, K. (1969): Einführung in die Methodik der Interpretation von Luftbildern, ihre technischen Bedingungen und Reproduzierbarkeit. In: Der Erdkundeunterricht, 10, S. 23–35.
- Frömel, W. (1981): Die Reaktion von Schülern auf Satellitenbilder. In: Praxis Geographie, 1 (11), S. 15–17.

- Geiger, M. (1979): Schülerorientierte Arbeit am Luftbild. In: Der Erdkundeunterricht, 29, S. 43–69.
- Geiger, M. (1986): Luftbild und Luftbildfilm. In: Brucker, A. (Hrsg.): Handbuch Medien im Geographie-Unterricht, Düsseldorf, S. 46–61.
- Geipel, R. (1969): Das Luftbild im Unterricht - Vorwort des Herausgebers. In: Der Erdkundeunterricht, 10, S. 3–4.
- Gerber, W., Reuschenbach, M. (2005): Fernerkundung im Unterricht. In: Geographie heute, 26 (235), S. 2–9.
- Gliem, J., Gliem, R. (2003): Calculating, Interpreting, and Reporting Cronbach's Alpha Reliability Coefficient for Likert-Type Scales - Presented at the Midwest Research-to-Practice Conference in Adult, Continuing, and Community Education, Columbus.
- Gnahs, D. (2007): Kompetenzen - Erwerb, Erfassung, Instrumente, Bielefeld.
- Goldberg, J., Kirman, J. M. (1990): Sex-Related Differences in Learning to Interpret Landsat Images and in Road Map Reading in Young Adolescents. In: Journal of Geography, 89 (1), S. 15–25.
- Goldstein, E. B. (2002): Wahrnehmungspsychologie, Heidelberg.
- Goldstein, E. B., Ritter, M. (1997): Wahrnehmungspsychologie. Eine Einführung, Berlin.
- Gollwitzer, M. (2007): Latent-Class-Analysis. In: Moosbrugger, H. (Hrsg.): Testtheorie und Fragebogenkonstruktion, Heidelberg, S. 279–306.
- Google (2006): Google Announces Major Imagery Update for Google Earth, New Tools and innovations in mapping, <http://www.google.com/press/pressrel/geoday.html> (Letzter Zugriff: 12.03.2012).
- Greiff, S. (2009): Individualdiagnostik der komplexen Problemlösefähigkeit, Heidelberg.
- Groeben, N. (2002): Zur konzeptuellen Struktur des Konstrukts "Lesekompetenz". In: Groeben, N., Hurrelmann, B. (Hrsg.): Lesekompetenz: Bedingungen, Dimensionen, Funktionen, München, S. 11–21.
- Hammann, M. (2004): Kompetenzentwicklungsmodelle - Merkmale und ihre Bedeutung - dargestellt anhand von Kompetenzen beim Experimentieren. In: MNU, 57 (4), S. 196–203.
- Hanson, J., Silver, H., Strong, R. (1988): Learning styles and visual literacy. Connections and Actions. In: Braden, R., Braden, B., Bauchanp, D., Miller, L. (Hrsg.): Visual Literacy in Life and Learning, Blacksburg, S. 134–156.
- Hartig, J. (2007): Skalierung und Definition von Kompetenzniveaus. In: Beck, B. (Hrsg.): Sprachliche Kompetenzen. Konzepte und Messung. DESI-Studie (Deutsch Englisch Schülerleistungen International), Basel, S. 83–99.

- Hartig, J. (2009): Kompetenzen als Ergebnisse von Bildungsprozessen. In: Jude, N., Hartig, J., Klieme, E. (Hrsg.): Kompetenzfassung in pädagogischen Handlungsfeldern - Theorien, Konzepte und Methoden, Berlin, S. 13–24.
- Hartig, J., Jude, N. (2007): Empirische Erfassung von Kompetenzen und psychometrische Kompetenzmodelle. In: Hartig, J., Klieme, E. (Hrsg.): Möglichkeiten und Voraussetzungen technologiebasierter Kompetenzdiagnostik, Berlin, S. 17–36.
- Hartig, J., Klieme, E. (2006): Kompetenz und Kompetenzdiagnostik. In: Schweizer, K. (Hrsg.): Leistung und Leistungsdiagnostik, Heidelberg, S. 127–143.
- Hassenpflug, W. (1996a): Informationstechnologien, insbesondere Fernerkundung, als Basis der Modernisierung des Erdkundeunterrichts. In: Geographie und ihre Didaktik, 24 (3), S. 113–129.
- Hassenpflug, W. (1996b): Satellitenbilder im Erdkundeunterricht. In: Geographie heute, 137, S. 4–11.
- Hassenpflug, W. (1996c): Fernerkundung als geowissenschaftliche Informationsquelle. In: Geographie und Schule, 100 (18), S. 38–42.
- Hassenpflug, W. (1996d): Fernerkundung und Satellitenbilder - Methoden und geographisch bedeutsame Potentiale. In: Geographie und Schule, 18 (104), S. 3–10.
- Hassenpflug, W. (1999): Geographieunterricht mit Neuen Technologien - die schulische Entsprechung zur Informationsgesellschaft. In: Köck, H. (Hrsg.): Geographieunterricht und Gesellschaft. Vorträge des gleichnamigen Symposiums vom 12. - 15. Okt. 1998 in Landau, Nürnberg, S. 182–193.
- Haubrich, H. (1998): Geographie hat Zukunft. Wege der Geographie und ihrer Didaktik, Seelze-Velber.
- Haubrich, H. (2001): Methodenkompetenz. In: Geographie heute, 192, S. 2–7.
- Haubrich, H. (2002): In der Schule von heute. Nachhaltig Geographie lernen. In: Ehlers, E. (Hrsg.): Geographie heute - für die Welt von morgen, Gotha, S. 161–165.
- Hauptmanns, P. (1999): Grenzen und Chancen von quantitativen Befragungen mit Hilfe des Internet. In: Batinic, B., Werner, A., Gräf, L., Bandilla, W. (Hrsg.): Online research. Methoden, Anwendungen und Ergebnisse, Göttingen, S. 21–38.
- Haversath, J.-B. (1981a): Satellitenbild-Transparente - Unterrichtliche Auswertung in der 6. Jahrgangsstufe. In: Praxis Geographie, 1 (11), S. 10–14.
- Haversath, J.-B. (1981b): Kurzbericht über die Arbeit mit Satellitenbildern in der Kollegstufe. In: Praxis Geographie, 1 (11), S. 30–33.
- Hemmer, I., Hemmer, M. (1997): Arbeitsweisen im Geographieunterricht - Ergebnisse einer empirischen Untersuchung zum Schülerinteresse und zur Einsatzhäufigkeit. In: Frank, F., Kaminske, V., Obermaier, G. (Hrsg.): Die Geographiedidaktik ist tot, es lebe die Geographiedidaktik. Festschrift zur Emeritierung von Josef Birkenhauer, München, S. 67–78.

- Hemmer, I., Hemmer, M. (2002): Mit Interesse lernen - Schülerinteresse und Geographieunterricht. In: *Geographie heute*, 23 (202), S. 2–7.
- Hemmer, I., Hemmer, M. (2007): Nationale Bildungsstandards im Fach Geographie - Genese, Standortbestimmung, Ausblick. In: *Geographie heute*, 28 (255/256), S. 2–9.
- Hemmer, I., Hemmer, M., Hüttermann, A., Ullrich, M. (2010): Kartenauswertekompetenz - Theoretische Grundlagen und Entwurf eines Kompetenzstrukturmodells. In: *Geographie und ihre Didaktik*, 38 (3), S. 158–171.
- Hemmer, M. (2008): Der Kompetenzbereich "Erkenntnisgewinnung/Methoden" - Struktur und Implementierung. In: *Praxis Geographie*, 38 (7-8), S. 4–9.
- Hendricks, W., Schulz-Zander, R. (2000): Informations- und Kommunikationstechnologien in der allgemeinbildenden Schule - eine Analyse von Modellversuchen. In: Hendricks, W. (Hrsg.): *Neue Medien in der Sekundarstufe I und II. Didaktik, Unterrichtspraxis*, Berlin, S. 28–49.
- Hessisches Kultusministerium (2008): *Lehrplan Erdkunde - Gymnasialer Bildungsgang*, Wiesbaden.
- Hieber, U., Lenz, T. (2007): Bilder lesen lernen - Neue Impulse für den Aufbau einer geographischen Basiskompetenz. In: *Geographie heute*, 28 (253), S. 2–11.
- Hill, J., Mauser, W., Menz, G. (2002): GIS und Fernerkundung - Werkzeuge in der Mensch-Umwelt-Forschung. In: Ehlers, E. (Hrsg.): *Geographie heute - für die Welt von morgen*, Gotha, S. 99 – 106.
- Hochschild, V. (2003): Hochwassererfassung mit Fernerkundung. In: *Praxis Geographie*, 33 (3), S. 30–32.
- Hoffmann, K. W. (2009a): Mit den Nationalen Bildungsstandards Geographieunterricht planen und auswerten. In: *Geographie und ihre Didaktik*, 37 (3), S. 105–119.
- Hoffmann, R. (2001): Lernkompetenz und Geographieunterricht - Zum Umgang mit einem aktuellen Begriff. In: *Geographie und Schule*, 23 (131), S. 3–6.
- Hoffmann, T. (2004): Geographiedidaktik heute - Stand und Anforderung. In: Schallhorn, E. (Hrsg.): *Erdkunde-Didaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II*, Berlin, S. 14–23.
- Hoffmann, T. (2009b): Das Bild. In: Brucker, A. (Hrsg.): *Geographiedidaktik in Übersichten*, Köln, S. 68–69.
- Höpel, I. (2008): Bildkompetenz als pädagogische Schlüsselkompetenz - Forschungsstand und Perspektiven einer interdisziplinären Bilddidaktik. In: Lieber, G. (Hrsg.): *Lehren und Lernen mit Bildern. Ein Handbuch zur Bilddidaktik*, Baltmannsweiler, S. 60–71.
- Hüttermann, A., Kirchner, P., Schuler, S., Drieling, K. (2012): *Räumliche Orientierung. Räumliche Orientierung, Karten und Geoinformation im Unterricht*, Braunschweig.

- Hurrelmann, B. (2003): Lesen - Lesen als Basiskompetenz in der Mediengesellschaft. In: Schüler 2003, S. 4–10.
- Hurrelmann, B. (2008): Modelle und Merkmale der Lesekompetenz. In: Bertschi-Kaufmann, A. (Hrsg.): Lesekompetenz, Leseleistung, Leseförderung. Grundlagen, Modelle und Materialien, Seelze-Velber, S. 18–29.
- Ingenkamp, K., Lissmann, U. (2008): Lehrbuch der Pädagogischen Diagnostik, Basel.
- Jahnke, H. (2011): Das "geographische Bild" und der "geographische Blick" - Von der Bildlesekompetenz zur Fotoperformanz. In: Meyer, C., Henry, R., Stöber, G. (Hrsg.): Geographische Bildung. Kompetenzen in didaktischer Forschung und Schulpraxis - Tagungsband zum HGD-Symposium in Braunschweig, Braunschweig, S. 82–97.
- Janssen, J., Laatz, W. (2007): Statistische Datenanalyse mit SPSS für Windows, Heidelberg.
- Jekel, T., Koller, A., Donert, K., Vogler, R. (2010): Editorial. Learning with Geoinformation 2010. In: Jekel, T., Koller, A., Donert, K., Vogler, R. (Hrsg.): Learning with Geoinformation V, Berlin, S. v–vi.
- Johnson-Laird, P. N. (1995): Mental models. Towards a Cognitive Science of Language, Inference, and Consciousness, Cambridge.
- Jude, N. (2006): IRT-Skalierung mit ConQuest - Workshop für das Nachwuchsnetzwerk Deutschdidaktik, <http://www.symposium-deutschdidaktik.de/fileadmin/template/download/aktivitaeten/nachwuchsnetzwerk/Folien%5FJude.pdf> (Letzter Zugriff: 12.03.2012).
- Jude, N., Hartig, J., Klieme, E. (2009): Kompetenzerfassung in pädagogischen Handlungsfeldern. Theorien, Konzepte und Methoden, Berlin.
- Jürgens, C. (2003): Geo-Fernerkundung - was ist das? In: Praxis Geographie, 33 (3), S. 4–7.
- Kestler, F. (2002): Einführung in die Didaktik des Geographieunterrichts, Bad Heilbrunn.
- Kirchhoff, S., Kuhnt, S., Lipp, P., Schlawin, S. (2008): Der Fragebogen: Datenbasis, Konstruktion und Auswertung, Wiesbaden.
- Klein, U. (2007): Geomedienkompetenz, Kiel.
- Klieme, E. (2004): Was sind Kompetenzen und wie lassen sie sich messen? In: Pädagogik, 56 (6), S. 10–13.
- Klieme, E. (2007): Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Eine Expertise, Bonn.
- Klieme, E., Leutner, D. (2006): Kompetenzmodelle zur Erfassung individueller Lernergebnisse und zur Bilanzierung von Bildungsprozessen - Überarbeitete Fassung des Antrags an die DFG auf Einrichtung eines Schwerpunktprogramms, Frankfurt.

- Klieme, E., Maag-Merki, K., Hartig, J. (2007): Kompetenzbegriff und Bedeutung von Kompetenzen im Bildungswesen. In: Hartig, J., Klieme, E. (Hrsg.): Möglichkeiten und Voraussetzungen technologiebasierter Kompetenzdiagnostik, Berlin, S. 5–15.
- Koch, H., Neckel, H. (2001): Unterrichten mit Internet und Co. Methodenhandbuch für die Sekundarstufe I und II, Berlin.
- Köck, H. (1993): Raumbezogene Schlüsselqualifikationen - der fachimmanente Beitrag des Geographieunterrichts zum Lebensalltag des Einzelnen und Funktionieren der Gesellschaft. In: Geographie und Schule, 84 (8), S. 14–22.
- Köck, H. (2005): Räumliches Denken. In: Praxis Geographie, 35 (7-8), S. 62–64.
- Köck, H., Stonjek, D. (2005): ABC der Geographiedidaktik, Köln.
- Köhler, E. (1986): Das Satellitenbild. In: Brucker, A. (Hrsg.): Handbuch Medien im Geographie-Unterricht, Düsseldorf, S. 62–70.
- Kollar, I., Siegmund, A. (2011): "Can Forests be Red?" - A Theoretical Competence Model of Satellite Image Reading Literacy and Its Empirical Validation. In: Jekel, T., Koller, A., Donert, K., Vogler, R. (Hrsg.): Learning with GI 2011 - Implementing Digital Earth in Education, Berlin, S. 185–193.
- Kollar, I., Siegmund, A. (2012): SSatellitenbilder lesen lernen Empirische Überprüfung eines theoriegeleiteten Modells der Satellitenbild-Lesekompetenz. In: Räumliche Orientierung. Räumliche Orientierung, Karten und Geoinformation im Unterricht, Braunschweig, S. 260–268.
- Köller, O., Baumert, J., Bos, W. (2001): TIMSS - Third International Mathematics and Science Study. Dritte internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie. In: Weinert, F. (Hrsg.): Leistungsmessung in Schulen, Weinheim, S. 269–284.
- Konrad, K. (2006): Die Befragung. In: Wosnitza, M., Jäger, R. (Hrsg.): Daten erfassen, auswerten und präsentieren - aber wie? - Eine elementare Einführung in sozialwissenschaftliche Forschungsmethoden, Statistik, computergestützte Datenanalyse und Ergebnispräsentation, Landau, S. 48–74.
- Kremling, C. (2008): "Lehren und Lernen mit Bildern" - Erste Ergebnisse der Eingangserhebung des Forschungsprojektes "Bildliterate und ästhetische Alphabetisierung". In: Lieber, G. (Hrsg.): Lehren und Lernen mit Bildern. Ein Handbuch zur Bilddidaktik, Baltmannsweiler, S. 115–123.
- Kruse, C. (2010): Moderne Bildtechniken in Wissenschaft und Forschung. In: Bodensteiner, P., Pöppel, E., Wagner, E. (Hrsg.): Wissensgenese an Schulen. Beiträge einer Bilddidaktik, München, S. 23–42.
- Kultusministerkonferenz (2005): Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Geographie, Bonn.
- Lenz, T. (2004): Förderung der Lese- und Methodenkompetenz - Schriftliche Lernerfolgskontrollen auf dem Prüfstand. In: Geographie heute, 25 (224), S. 5–11.

- Levie, W., Lentz, R. (1982): Effects of Text Illustrations. A Review of Research. In: Educational Communication and Technology Journal, (30), S. 195–232.
- Levin, J. (1981): On Functions of Pictures in Prose. In: Pirozzolo, F., Wittrock, M. (Hrsg.): Neuropsychological and Cognitive Processes in Reading, New York, S. 202–228.
- Levin, J., Anglin, G., Carney, R. (1987): On empirically Validating Functions of Pictures in Prose. In: Willows, D., Houghton, H. (Hrsg.): The Psychology of Illustration, New York, S. 51–85.
- Lewalter, D. (1997): Lernen mit Bildern und Animationen - Studie zum Einfluß von Lernermerkmalen auf die Effektivität von Illustrationen, Münster.
- Lieber, G. (2008): Lehren und Lernen mit Bildern - Vorwort der Herausgeberin. In: Lieber, G. (Hrsg.): Lehren und Lernen mit Bildern. Ein Handbuch zur Bilddidaktik, Baltmannsweiler, S. 4–10.
- Lienert, G. A., Raatz, U. (1998): Testaufbau und Testanalyse, Weinheim.
- Maier, W. (1998): Grundkurs Medienpädagogik, Mediendidaktik. Ein Studien- und Arbeitsbuch, Basel.
- Mandl, H., Aebli, H. (1988): Wissenspsychologie, München.
- Mayer, R. E. (2001): Multimedia Learning, Cambridge.
- Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (2007): JIM 2007. Jugend, Information, (Multi-)Media - Basisstudie zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger in Deutschland, Stuttgart.
- Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (2010): JIM-Studie 2010. Jugend, Information, (Multi-)Media - Basisstudie zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger in Deutschland, Stuttgart.
- Meeh, H. (2005): Bilderwelten und Weltbilder - Medienkompetenz - Computer - politische Bildung. In: Politik & Unterricht, 31 (1), S. 3–7.
- Menz, G. (1998): Landschaftsmaße und Fernerkundung - neue Instrumente für die Umweltforschung. In: Geographische Rundschau, 50 (2), S. 106–112.
- Meyer, C., Felzmann, D. (2010): Ethische Urteilskompetenz im Geographieunterricht - theoretische Grundlagen für die Entwicklung eines Kompetenzmodells. In: Geographie und ihre Didaktik, 38 (3), S. 125–132.
- Meyer, C., Henrý, R., Stöber, G. (2011): Zur Einführung. In: Meyer, C., Henrý, R., Stöber, G. (Hrsg.): Geographische Bildung. Kompetenzen in didaktischer Forschung und Schulpraxis - Tagungsband zum HGD-Symposium in Braunschweig, Braunschweig, S. 5–10.
- Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg (2004a): Bildungsplan für das Gymnasium der Normalform, Stuttgart.
- Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg (2004b): Bildungsplan für die Hauptschule (Hauptschule und Hauptschule mit Werkrealschule), Stuttgart.

- Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg (2004c): Bildungsplan für die Realschule, Stuttgart.
- Montello, D., Lovelace, K., Golledge, R., Self, C. (1999): Sex-Related Differences and Similarities in Geographic and Environmental Spatial Abilities. In: *Annals of the Association of American Geographers*, 89 (3), S. 515–534.
- Moosbrugger, H. (2002): Item-Response-Theorie (IRT). In: Amelang, M., Zielinski, W. (Hrsg.): *Psychologische Diagnostik und Intervention*, Berlin, S. 64–88.
- Moosbrugger, H. (2007): Item-Response-Theorie (IRT). In: Moosbrugger, H. (Hrsg.): *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion*, Heidelberg, S. 215–259.
- Mosenthal, P. (1996): Understanding the Strategies of Document Literacy and Their Conditions of Use. In: *Journal of Educational Psychology*, 88 (2), S. 314–332.
- Mosenthal, P., Kirsch, I. (1991): Toward an Explanatory Model of Document Literacy. In: *Discourse Processes*, 14 (2), S. 147–180.
- Müller, M. G. (2003): *Grundlagen der visuellen Kommunikation. Theorieansätze und Methoden*, Konstanz.
- Neidhart, H., Lamb, J. (2010): *Primary Principals as Faith Leaders*, Melbourne.
- Neuß, N. (2008): Medienpädagogik als Beitrag zur Bildlesefähigkeit - Herausforderungen und Konzepte. In: Lieber, G. (Hrsg.): *Lehren und Lernen mit Bildern. Ein Handbuch zur Bilddidaktik*, Baltmannsweiler, S. 91–102.
- Neumann-Mayer, U.-P. (2005): *Der Zugang zu Satellitenbildern in der Orientierungsstufe - Probleme und Möglichkeiten*, Kiel.
- Niehoff, R., Wenrich, R. (2007a): Einführung - Standortbestimmung zu einem "Denken und Lernen mit Bildern". In: Niehoff, R., Wenrich, R. (Hrsg.): *Denken und Lernen mit Bildern. Interdisziplinäre Zugänge zur ästhetischen Bildung*, München, S. 21–26.
- Niehoff, R., Wenrich, R. (2007b): Kognition und Sinnlichkeit - Einführung zum Kapitel. In: Niehoff, R., Wenrich, R. (Hrsg.): *Denken und Lernen mit Bildern. Interdisziplinäre Zugänge zur ästhetischen Bildung*, München, S. 303–305.
- Niehoff, R., Wenrich, R. (2007c): Orbis pictus, flickr und die Flut der Bilder - Einführung zum Kapitel. In: Niehoff, R., Wenrich, R. (Hrsg.): *Denken und Lernen mit Bildern. Interdisziplinäre Zugänge zur ästhetischen Bildung*, München, S. 187–189.
- Niesyto, H. (2006): Bildverstehen als mehrdimensionaler Prozess - Vergleichende Auswertung von Bildinterpretationen und methodische Reflexion. In: Marotzki, W. (Hrsg.): *Bildinterpretation und Bildverstehen. Methodische Ansätze aus sozialwissenschaftlicher, kunst- und medienpädagogischer Perspektive*, Wiesbaden, S. 235–286.
- Obermann, H. (2000): Lernen und Lehren mit Multimedia-Software im Geographieunterricht. In: Flath, M., Fuchs, G. (Hrsg.): *Lernen mit neuen Medien im Geographieunterricht*, Gotha, S. 9–17.

- OECD (2002): Lesen kann die Welt verändern - Leistung und Engagement im Ländervergleich. Ergebnisse von PISA 2000, Paris.
- Oelkers, J., Reusser, K. (2008): Qualität entwickeln, Standards sichern, mit Differenz umgehen - Kurzfassung, Bonn.
- Ossimitz, G. (2000): Entwicklung systemischen Denkens - Theoretische Konzepte und empirische Untersuchungen, Wien.
- Ossner, J. (2006): Kompetenzen und Kompetenzmodelle im Deutschunterricht. In: Didaktik Deutsch, 21, S. 5–19.
- Oxford University (2007): Survey Tools, <http://wiki.oss-watch.ac.uk/SurveyTools> (Letzter Zugriff: 12.03.2012).
- Panofsky, E. (1979): Ikonographie und Ikonologie. In: Kaemmerling, E. (Hrsg.): Ikonographie und Ikonologie. Theorien, Entwicklung, Probleme, Köln, S. 207–225.
- Peeck, J. (1994): Wissenserwerb mit darstellenden Bildern. In: Weidenmann, B. (Hrsg.): Wissenserwerb mit Bildern, Bern, S. 59–94.
- Persil (2004): Isihara-Farbtabelle zur Bestimmung einer Rot-Grün-Sehschwäche, <http://de.wikipedia.org/wiki/Rot-Grün-Sehschwäche> (Letzter Zugriff: 12.03.2012).
- Pettersson, R. (1994): Visual Literacy und Infologie. In: Weidenmann, B. (Hrsg.): Wissenserwerb mit Bildern, Bern, S. 215–235.
- Pettersson, R. (2007): Selected Readings, Tullinge.
- Pöggeler, F. (1992): Bild und Bildung. Beiträge zur Grundlegung einer pädagogischen Ikonologie und Ikonographie, Frankfurt am Main.
- Pietrusky, U. (1986): Das Falschfarbenbild. In: Brucker, A. (Hrsg.): Handbuch Medien im Geographie-Unterricht, Düsseldorf, S. 71–87.
- Popp, K. (1979): Das Luftbild als Unterrichtsprojekt in Klasse 11. In: Der Erdkundeunterricht, 29, S. 5–42.
- Posner, R., Schmauks, D. (2004): Die Reflektiertheit der Dinge und ihre Darstellung in Bildern. In: Sachs-Hombach, K., Rehkämper, K. (Hrsg.): Bild - Bildwahrnehmung - Bildverarbeitung. Interdisziplinäre Beiträge zur Bildwissenschaft, Wiesbaden, S. 15–31.
- Prensky, M. (2001a): Digital Immigrants, Digital Natives - Part 1. In: On the Horizon, 9 (5), S. 1–6.
- Prensky, M. (2001b): Digital Immigrants, Digital Natives - Part 2: Do they really think differently? In: On the Horizon, 9 (6), S. 1–6.
- Raithel, J. (2006): Quantitative Forschung. Ein Praxiskurs, Wiesbaden.
- Rasch, G. (1960): Probabilistic Models for some Intelligence and Attainment Tests, Copenhagen.

- Rauch, D., Hartig, J. (2007): Interpretation von Testwerten in der IRT. In: Moosbrugger, H. (Hrsg.): Testtheorie und Fragebogenkonstruktion, Heidelberg, S. 240–250.
- Rebel, E. (2007): Vom Sehen im Reden und Schweigen - Didaktisch orientierte Umgangsweisen der Bildbetrachtung. In: Niehoff, R., Wenrich, R. (Hrsg.): Denken und Lernen mit Bildern. Interdisziplinäre Zugänge zur ästhetischen Bildung, München, S. 210–226.
- Reif, H. (2001): Mit Geographie-Software Erdkunde unterrichten, Stuttgart.
- Reinfried, S. (2010): Schülervorstellungen und geographisches Lernen. Aktuelle Conceptual-Change-Forschung und Stand der theoretischen Diskussion, Berlin.
- Rempfler, A., Uphues, R. (2010): Sozialökologisches Systemverständnis. Grundlage für die Modellierung von geographischer Systemkompetenz. In: Geographie und ihre Didaktik, 38 (4), S. 205–217.
- Reuschenbach, M. (2006): Fernerkundung im Geographieunterricht. Konzept zur verstärkten Integration von Satellitenbildern in den Geographieunterricht. In: Michel, U., Behncke, K. (Hrsg.): Veröffentlichungen des AK Fernerkundung 2006, Osnabrück, S. 79–90.
- Reuschenbach, M. (2009): Luft- und Satellitenbilder. In: Geographie heute, 30 (271/272), S. 54–56.
- Richter, T., Christmann, U. (2002): Lesekompetenz. Prozessebenen und interindividuelle Unterschiede. In: Groeben, N., Hurrelmann, B. (Hrsg.): Lesekompetenz. Bedingungen, Dimensionen, Funktionen, München, S. 25–58.
- Ringel, G. (2005): Nationale Bildungsstandards für den Geographieunterricht - Möglichkeiten und Grenzen. In: Geographie und Schule, 156, S. 23–32.
- Roeder, B. (2006): Schülerbefragung. In: Rost, D. (Hrsg.): Handwörterbuch Pädagogische Psychologie, Weinheim, S. 637–642.
- Roseeu, R. (2000): Die neuen Medien - Impuls zur Erneuerung der Schule? In: Flath, M., Fuchs, G. (Hrsg.): Lernen mit neuen Medien im Geographieunterricht, Gotha, S. 18–33.
- Rost, D. H. (2007): Interpretation und Bewertung pädagogisch-psychologischer Studien. Eine Einführung, Basel.
- Rost, J. (1999): Was ist aus dem Rasch-Modell geworden? In: Psychologische Rundschau, 50 (3), S. 140–156.
- Rost, J. (2004): Lehrbuch Testtheorie - Testkonstruktion, Göttingen.
- Rost, J. (2006): Kompetenzstrukturen und Kompetenzmessung. In: Pädagogik der Naturwissenschaften - Chemie in der Schule, 55 (8), S. 5–8.
- Rost, J. (2008): Zur Messung von Kompetenzen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung. In: Bormann, I., de Haan, G. (Hrsg.): Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung, Wiesbaden, S. 61–73.

- Sachs-Hombach, K. (2005): Konzeptionelle Rahmenüberlegungen zur interdisziplinären Bildwissenschaft. In: Sachs-Hombach, K. (Hrsg.): Bildwissenschaft. Disziplinen, Themen, Methoden, Frankfurt am Main, S. 11–20.
- Sachs-Hombach, K. (2006): Das Bild als kommunikatives Medium. Elemente einer allgemeinen Bildwissenschaft, Köln.
- Schäffer, B. (2005): Erziehungswissenschaft. In: Sachs-Hombach, K. (Hrsg.): Bildwissenschaft. Disziplinen, Themen, Methoden, Frankfurt am Main, S. 213–225.
- Schallhorn, E. (2004): Ziele des Geographieunterrichts. In: Schallhorn, E. (Hrsg.): Erdkunde-Didaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II, Berlin, S. 24–33.
- Schallhorn, E., Czapek, F. (2002): Geographie in der Schule - Heimatbewusstsein und Weltkenntnis. In: Ehlers, E. (Hrsg.): Geographie heute - für die Welt von morgen, Gotha, S. 155–160.
- Schecker, H., Parchmann, I. (2006): Modellierung naturwissenschaftlicher Kompetenz. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 12, S. 45–66.
- Schiefele, U., Artelt, C., Schneider, W., Stanat, P. (2004): Einführung. In: Schiefele, U., Artelt, C., Schneider, W., Stanat, P. (Hrsg.): Struktur, Entwicklung und Förderung von Lesekompetenz. Vertiefende Analysen im Rahmen von PISA 2000, Wiesbaden, S. 9–12.
- Schmidt, T. (2007): Gemeinsames Lernen mit Selbstlernsoftware im Englischunterricht. Eine empirische Analyse lernprogrammgestützter Partnerarbeitsphasen, Tübingen.
- Schneider, S. (1969): Das Luftbild als Hilfsmittel in der geographischen Arbeit. In: Der Erdkundeunterricht, 10, S. 5–22.
- Schnell, R., Hill, P. B., Esser, E. (2008): Methoden der empirischen Sozialforschung, Wien.
- Schnotz, W. (1994): Wissenserwerb mit logischen Bildern. In: Weidenmann, B. (Hrsg.): Wissenserwerb mit Bildern, Bern, S. 95–148.
- Schnotz, W. (2002): Wissenserwerb mit Texten, Bildern und Diagrammen. In: Issing, L. J., Klimsa, P. (Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia und Internet. Lehrbuch für Studium und Praxis, Weinheim, S. 65–81.
- Schnotz, W., Bannert, M. (1999): Einflüsse der Visualisierungsform auf die Konstruktion mentaler Modelle beim Text- und Bildverstehen. In: Zeitschrift für Experimentelle Psychologie, 46 (3), S. 217–236.
- Schnotz, W., Dutke, S. (2004): Kognitionspsychologische Grundlagen der Lesekompetenz. Mehrebenenverarbeitung anhand multipler Informationsquellen. In: Schiefele, U., Artelt, C., Schneider, W., Stanat, P. (Hrsg.): Struktur, Entwicklung und Förderung von Lesekompetenz. Vertiefende Analysen im Rahmen von PISA 2000, Wiesbaden, S. 61–99.
- Schnotz, W., Zink, T., Pfeiffer, M. (1996): Visualisierungen im Lehr-Lern-Prozess. In: Zeitschrift für Pädagogik, 42 (2), S. 193–213.

- Scholz, O. (2004): Was heißt es, ein Bild zu verstehen? In: Sachs-Hombach, K., Rehkämper, K. (Hrsg.): Bild - Bildwahrnehmung - Bildverarbeitung. Interdisziplinäre Beiträge zur Bildwissenschaft, Wiesbaden, S. 105–117.
- Schoppe, A. (2011): Bildzugänge. Methodische Impulse für den Unterricht, Stuttgart.
- Schreier, M., Rupp, G. (2002): Ziele/Funktionen der Lesekompetenz im medialen Umbruch. In: Groeben, N., Hurrelmann, B. (Hrsg.): Lesekompetenz. Bedingungen, Dimensionen, Funktionen, München, S. 251–274.
- Schulz, M. (2005): Ordnungen der Bilder. Eine Einführung in die Bildwissenschaft, München.
- Schwan, S. (2005): Psychologie. In: Sachs-Hombach, K. (Hrsg.): Bildwissenschaft. Disziplinen, Themen, Methoden, Frankfurt am Main, S. 124–133.
- Schwarz, J.-A., Asche, H. (2006): Vermittlung von GIS-relevantem Grundlagenwissen mithilfe von dynamischen interaktiven Lernangeboten. In: Jekel, T., Koller, A., Strobl, J. (Hrsg.): Lernen mit Geoinformation, Heidelberg, S. 116–121.
- Schwens, C., Fendel, R. (1980): Bild-Analyse, Bild-Verstehen. Theoretische Begründung und Anwendung, Königstein.
- Sedlmeier, P., Renkewitz, F. (2008): Forschungsmethoden und Statistik in der Psychologie, München.
- Seel, N. M. (1991): Weltwissen und mentale Modelle, Zürich.
- Seger, M. (2001): Satellitenbilder - Technologische Informationen und praktische Hinweise für den Einsatz im Unterricht. In: Beiträge zur Didaktik des "Geographie und Wirtschaftskunde"-Unterrichts, Wien, S. 393–409.
- Siegmund, A. (2002): Neue und traditionelle Medien im Geographieunterricht - Medienverbund als Chance für handlungsorientiertes Lernen. In: Praxis Geographie, 32 (6), S. 4–8.
- Siegmund, A. (2010): Satellitenbilder im Unterricht - eine Ländervergleichsstudie zur Ableitung fernerkundungsdidaktischer Grundsätze, Heidelberg.
- Siegmund, A., Menz, G. (2005): Fernes nah gebracht - Satelliten- und Luftbildeinsatz zur Analyse von Umweltveränderungen im Geographieunterricht. In: Geographie und Schule, 27 (154), S. 2–10.
- Siegmund, A., Wolf, A. (2006): Satellitenbilder im Unterricht - eine internationale Vergleichsstudie zum schulischen Fernerkundungseinsatz. In: Michel, U., Behncke, K. (Hrsg.): Veröffentlichungen des AK Fernerkundung 2006, Osnabrück, S. 137–148.
- Sperling, W. (1969): Ein Beitrag zu psychologischen Fragen der Arbeit mit dem Luftbild im Schulunterricht. In: Der Erdkundeunterricht, 10, S. 36–52.
- Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung München (2006): Kompetenz ... mehr als nur Wissen!, München.

- Stanford University (2011): Survey Software, <https://iriss.stanford.edu/Survey%5Fsoftware> (Letzter Zugriff: 12.03.2012).
- Steiner, G. (2006): Lernen und Wissenserwerb. In: Krapp, A., Weidenmann, B. (Hrsg.): Pädagogische Psychologie, Weinheim, S. 137–202.
- Theißen, U. (1986): Das Luftbild - Das Satellitenbild. In: Köck, H. (Hrsg.): Handbuch des Geographie-Unterrichts, Köln, S. 266–270.
- Theyßen, H., Schmidt, M., Einhaus, E., Schecker, H. (2006): Ein indikatorenbasiertes Verfahren zur Einstufung von Testaufgaben in ein Kompetenzmodell. In: Physik und Didaktik in Schule und Hochschule, 2 (5), S. 123–134.
- Tulodziecki, G., Herzig, B. (2002): Computer Internet im Unterricht. Medienpädagogische Grundlagen und Beispiele, Berlin.
- Universität Bern (2010): Online Befragungen mit LimeSurvey auf dem ISPW Webserver selber erstellen, <http://www.ispw.unibe.ch/content/studium/index%5Fger.html> (Letzter Zugriff: 12.03.2012).
- Universität Bremen (2011): Kurzbeschreibung von LimeSurvey für Online-Umfragen, <http://www2.zfn.uni-bremen.de/server/content/webhosting/anleitungen/umfragen/index.php> (Letzter Zugriff: 12.03.2012).
- Universität Gießen (2011): Limesurvey, <http://www.uni-giessen.de/hrz/komm/onlinebefragungen/limesurvey.htm> (Letzter Zugriff: 12.03.2012).
- Universität Graz (2011): Online Umfragen mit LimeSurvey, <http://it.uni-graz.at/fuerstudierende/lehre-lernen/online-umfragen/> (Letzter Zugriff: 12.03.2012).
- Viehrig, K., Greiff, S., Siegmund, A., Funke, J. (2011): Geographische Kompetenzen fördern - Erfassung der Geographischen Systemkompetenz als Grundlage zur Bewertung der Kompetenzentwicklung. In: Meyer, C., Henry, R., Stöber, G. (Hrsg.): Geographische Bildung. Kompetenzen in didaktischer Forschung und Schulpraxis - Tagungsband zum HGD-Symposium in Braunschweig, Braunschweig, S. 49–57.
- Volodin, N., Adams, R. (1995): Identifying and Estimating a D-dimensional Item Response Model - Paper presented at the Eighth International Objective Measurement Workshop, University of California, Berkeley.
- Volz, D., Viehrig, K., Siegmund, A. (2010): Informationsgewinnung mit Hilfe Geographischer Informationssysteme - Schlüsselkompetenz einer modernen Geokommunikation. In: Geographie und ihre Didaktik, 38 (2), S. 102–108.
- Voss, A. (2006): Print- und Hypertextlesekompetenz im Vergleich. Eine Untersuchung von Leistungsdaten aus der Internationalen Grundschul-Lese-Untersuchung (IGLU) und der Ergänzungsstudie Lesen am Computer (LaC), Berlin.
- Voß, K., Goetzke, R., Thierfeldt, F. (2007): Integration von angewandten Fernerkundungsmethoden im Schulunterricht der Sekundarstufen I und II. In: Jekel, T., Koller, A., Strobl, J. (Hrsg.): Lernen mit Geoinformation II, Heidelberg, S. 183–191.

- Voß, K., Siegmund, A., Kollar, I. (2009): Faszination Satellitenbilder - Einsatzmöglichkeiten und Konzepte für den Schulunterricht. In: Jekel, T., Koller, A., Donert, K. (Hrsg.): Lernen mit Geoinformation IV, Heidelberg, S. 174–177.
- Wagner, E. (2010): Mit Bildern lernen - in Bildern denken. In: Bodensteiner, P., Pöppel, E., Wagner, E. (Hrsg.): Wissensgenese an Schulen. Beiträge einer Bilddidaktik, München, S. 43–54.
- Wagner, W.-R. (2000): Der Computer als Lerngegenstand, Medium und Werkzeug im Unterricht. In: Hendricks, W. (Hrsg.): Neue Medien in der Sekundarstufe I und II. Didaktik, Unterrichtspraxis, Berlin, S. 66–77.
- Walter, O. (2005): Kompetenzmessung in den PISA-Studien. Simulationen zur Schätzung von Verteilungsparametern und Reliabilitäten, Wien.
- Warkus, H. (2000): Schule und viele Medienformate. Medienkompetenz als Schlüsselqualifikation. In: Hendricks, W. (Hrsg.): Neue Medien in der Sekundarstufe I und II. Didaktik, Unterrichtspraxis, Berlin, S. 121–129.
- Weidenmann, B. (1988): Psychische Prozesse beim Verstehen von Bildern, Bern.
- Weidenmann, B. (1991): Lernen mit Bildmedien. Psychologische und didaktische Grundlagen, Basel.
- Weidenmann, B. (1994): Informierende Bilder. In: Weidenmann, B. (Hrsg.): Wissenserwerb mit Bildern, Bern, S. 9–58.
- Weidenmann, B. (2004): Bildsprachen - Was macht das Gehirn mit Bildern? Was machen Bilder mit dem Gehirn? In: Schulmagazin 5-10, 9, S. 5–7.
- Weidenmann, B. (2008): Bilder in Lernprozessen. Mehr Wert als tausend Worte? In: Zumbach, J. (Hrsg.): Pädagogische Psychologie in Theorie und Praxis. Ein fallbasiertes Lehrbuch, Wien, S. 149–155.
- Weiffen, A. (1995): "Bewegte Bilder" im Unterricht. In: Bludau-Hary, A., Bachmann, M., Steinborn, W. (Hrsg.): Erderkundung leichtgemacht. Ein Ratgeber für Satellitendirekt-empfang und Bildauswertung als neues Medium im fächerübergreifenden Unterricht, Gotha, S. 48–57.
- Weinert, F. (2001): Vergleichende Leistungsmessung in Schulen - eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In: Weinert, F. (Hrsg.): Leistungsmessung in Schulen, Weinheim, S. 17–32.
- Wellenreuther, M. (2000): Quantitative Forschungsmethoden in der Erziehungswissenschaft. Eine Einführung, Weinheim und München.
- Wieczorek, U. (1997): Die Wertigkeit von Bildinformationen und ihre Rolle bei der Beurteilung von Bildern als Medien. In: Frank, F., Kaminske, V., Obermaier, G. (Hrsg.): Die Geographiedidaktik ist tot, es lebe die Geographiedidaktik. Festschrift zur Emeritierung von Josef Birkenhauer, München, S. 253–272.

- Wilson, M. (2003): On Choosing a Model for Measuring. In: *Methods of Psychological Research*, 8 (3), S. 1–22.
- Wodzinski, R. (2003): Mädchen im Physikunterricht. In: Kircher, E. (Hrsg.): *Physikdidaktik in der Praxis*, Heidelberg, S. 27–46.
- Wright, B., Linacre, J. (1989): Observations are always ordinal. Measurements, however must be interval. In: *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 70, S. 857–860.
- Wu, M., Adams, R., Wilson, M., Haldane, S. (2007): *ACER ConQuest Version 2.0. Generalised Item Response Modelling Software*, Camberwell.
- Zehetmair, H. (2010): Zum Geleit. In: Bodensteiner, P., Pöppel, E., Wagner, E. (Hrsg.): *Wissensgenese an Schulen: Beiträge einer Bilddidaktik*, München, S. 5–6.
- Ziener, G. (2006): *Bildungsstandards in der Praxis. Kompetenzorientiert unterrichten*, Seelze-Velber.

Abbildungsverzeichnis im Anhang

B.1	ConQuest Quellcode der Pilotstudie (1. Skalierung)	180
C.1	ConQuest Quellcode der Hauptstudie (eindimensionale Skalierung)	183
C.2	ConQuest Quellcode der Hauptstudie (zweidimensionale Skalierung)	183
C.3	Q-Q-Diagramme der ersten (links) und zweiten Kompetenzdimension (rechts) der Satellitenbild-Lesekompetenz	185

Tabellenverzeichnis im Anhang

A.1	Fragegruppen und ihre Zuordnung zum Kompetenzstrukturmodell der Satellitenbild-Lesekompetenz	141
B.1	Geschlecht, Altersstruktur und Sehschwäche der Schüler der Pilotstudie (n = 102)	180
B.2	Items der Pilotstudie zur empirischen Überprüfung der Satellitenbild-Lesekompetenz	182
C.1	Items der Hauptstudie zur empirischen Überprüfung der Satellitenbild-Lesekompetenz (eindimensionale 1. Skalierung)	184
C.2	Items der Hauptstudie zur empirischen Überprüfung der Satellitenbild-Lesekompetenz (zweidimensionale 2. Skalierung)	185
C.3	Korrelationen zwischen bisheriger Beschäftigung mit Satellitenbildern und Geschlecht	186

A

Materialien der Untersuchung

A.1 Online-Fragebogen

Fragegruppe (Anzahl der Gruppen/Fragen)	Zuordnung zum Kompetenzstrukturmodell	
	Dimension	Stufe
Echfarben-Satellitenbild (9/20)	1 und 2	1-4
Falschfarben-Satellitenbild (6/12)	1 und 2	1-3
Satellitenbild-Vergleich (4/6)	1	4
Klassifikation (2/2)	2	1 und 2
Eignung von Satellitenbildern (1/5)	2	3
Möglich oder nicht? (1/10)	2	4
Sozio-demographische Fragen (1/3)	-	-
Vorwissen (1/3 bzw. 6)	-	-

Tab. A.1: Fragegruppen und ihre Zuordnung zum Kompetenzstrukturmodell der Satellitenbild-Lesekompetenz
(Quelle: eigene Onlinebefragung)

**Satellitenbilder lesen lernen - Wie gut kennst du dich aus?**

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

der vorliegende Fragebogen wurde in der Abteilung Geographie an der Pädagogischen Hochschule Heidelberg entwickelt.

Er wird online durchgeführt, da du die Satellitenbilder in Farbe betrachten sollst!

Zum Teil werden auch Antworten auf bestimmte Fragen auf Folgeseiten gegeben. Das heißt für Dich beim Ausfüllen, dass Du nicht mehr auf vordere Seiten zurückblättern kannst. Hast Du einmal auf „Weiter“ geklickt, kannst Du nicht mehr zurück.

Vielen Dank für Deine Mitarbeit und viel Spaß beim Beantworten der Fragen.

Dipl.-Geogr. Isabelle Kollar und Prof. Dr. Alexander Siegmund

Eine Bemerkung zum Datenschutz

Dies ist eine anonyme Umfrage.

Die Daten mit Deinen Antworten enthält keinerlei auf Dich zurückzuführende/identifizierende Informationen, es sei denn bestimmte Fragen haben explizit danach gefragt. Wenn Du für diese Umfrage einen Zugangsschlüssel benutzt hast, so kannst Du sicher sein, dass der Zugangsschlüssel nicht zusammen mit den Daten abgespeichert wurde. Er wird in einer getrennten Datenbank aufbewahrt und nur aktualisiert, um zu speichern, ob Du diese Umfrage abgeschlossen hast oder nicht. Es gibt keinen Weg die Zugangsschlüssel mit den Umfrageergebnissen zusammenzuführen.

Umfrage verlassen und löschen

Weiter >>

Startseite der Online-Umfrage



Satellitenbilder lesen lernen - Wie gut kennst du dich aus?

0% 100%

Echtfarben-Satellitenbild - 1

Das Satellitenbild zeigt ein Gebiet in Deutschland. Die räumliche Auflösung beträgt 30 m, d.h. der kleinste erkennbare Bildpunkt ist 30x30 m groß. Damit ist das gezeigte Gebiet etwa 26x26 km groß.



Welche der folgenden Aussagen trifft auf das Gebiet zu?

	Sichtbar/ Richtig	Nicht sichtbar / Falsch	Keine Antwort
Die Region ist stark landwirtschaftlich geprägt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Die Region ist größtenteils bewaldet.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Ein großer Fluss durchfließt die Region.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

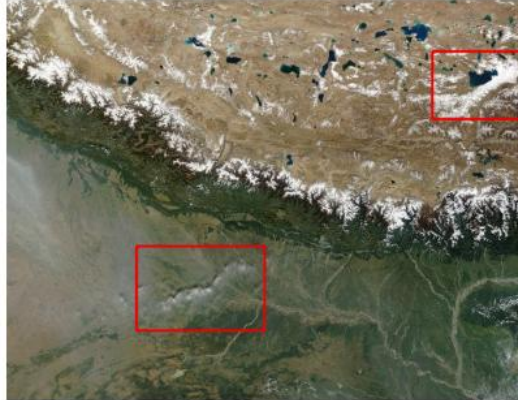
Item 1-3 (1/1)



Satellitenbilder lesen lernen - Wie gut kennst du dich aus?

0% 100%

Echtfarben-Satellitenbild - 2.1



*Welche Bedeutung haben die weißen Flächen in den beiden Ausschnitten?



- | | |
|------------------------|-----------------------|
| Wolken | <input type="radio"/> |
| Sandverwehungen | <input type="radio"/> |
| Reflektionen der Sonne | <input type="radio"/> |
| Schnee | <input type="radio"/> |

- ☐
-
- ☐
-
- ☐
-
- ☐

*Das Satellitenbild wurde im Sommer aufgenommen. Wie hoch könnte das Gebiet im oberen Teil des Bildes gelegen sein?

Bitte wähle eine der folgenden Antworten.

- ☐ sehr hoch - Hochgebirge
- ☐ hoch - Mittelgebirge
- ☐ mittel - Hügellandschaft
- ☐ tief - Tiefland

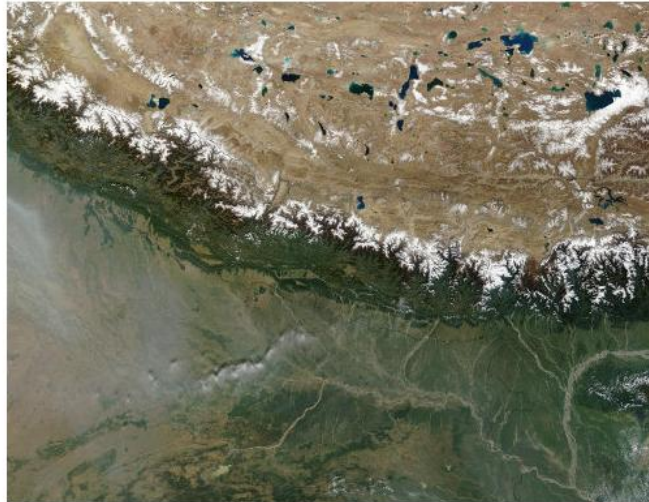
Je Satellitenbildausschnitt ein Item 4-5 (1/1), unteres Item 6 (1/3)



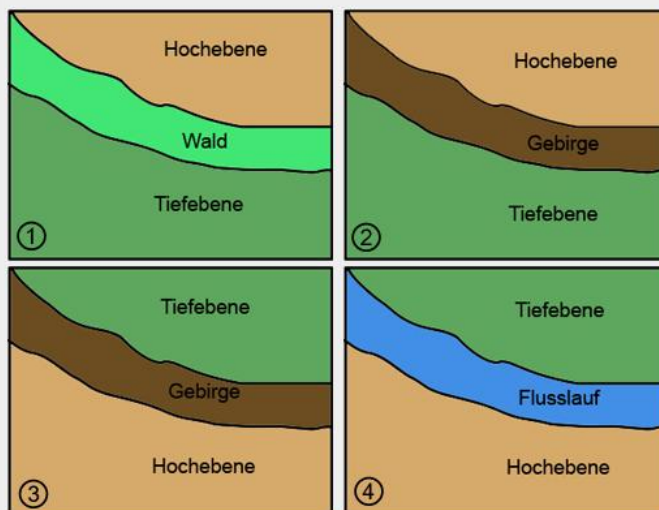
Satellitenbilder lesen lernen - Wie gut kennst du dich aus?

0%  100%

Echtfarben-Satellitenbild - 2.2



*Welche der folgenden Skizzen bildet das Satellitenbild am besten ab?



Bitte wähle eine der folgenden Antworten.

- ☐ Skizze 1
- ☐ Skizze 2
- ☐ Skizze 3
- ☐ Skizze 4



Satellitenbilder lesen lernen - Wie gut kennst du dich aus?

0% 100%

Echtfarben-Satellitenbild - 3.1



*Erstelle eine Legende für das Satellitenbild, indem du die richtigen Beschriftungen ankreuzt.

				
Wüste	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Schnee	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wolken	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Salzablagerungen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Stadt/ Gebäude	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wasserflächen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Brandflächen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wolkenschatten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Landwirtschaftliche Fläche	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gebirge	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

*In welcher Region könnte dieses Satellitenbild aufgenommen worden sein?

Bitte wähle eine der folgenden Antworten.

- ☐ Polarregion, Tundra
- ☐ Mittlere Breiten, Mitteleuropa
- ☐ Subtropen, Trockengebiet
- ☐ Tropen, tropischer Regenwald

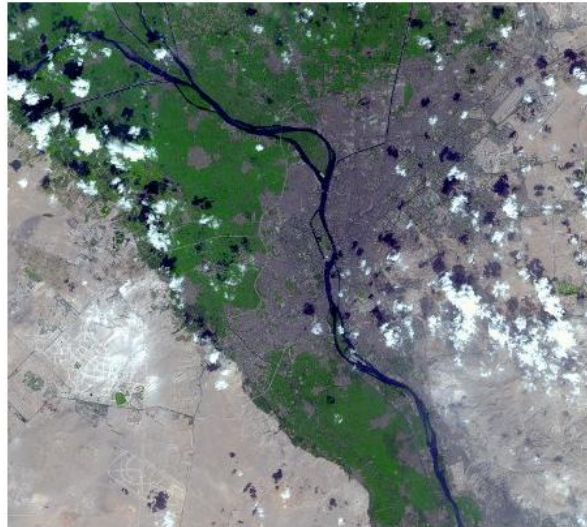
Je Satellitenbildausschnitt ein Item 8-11 (1/1), unteres Item 12 (1/3)



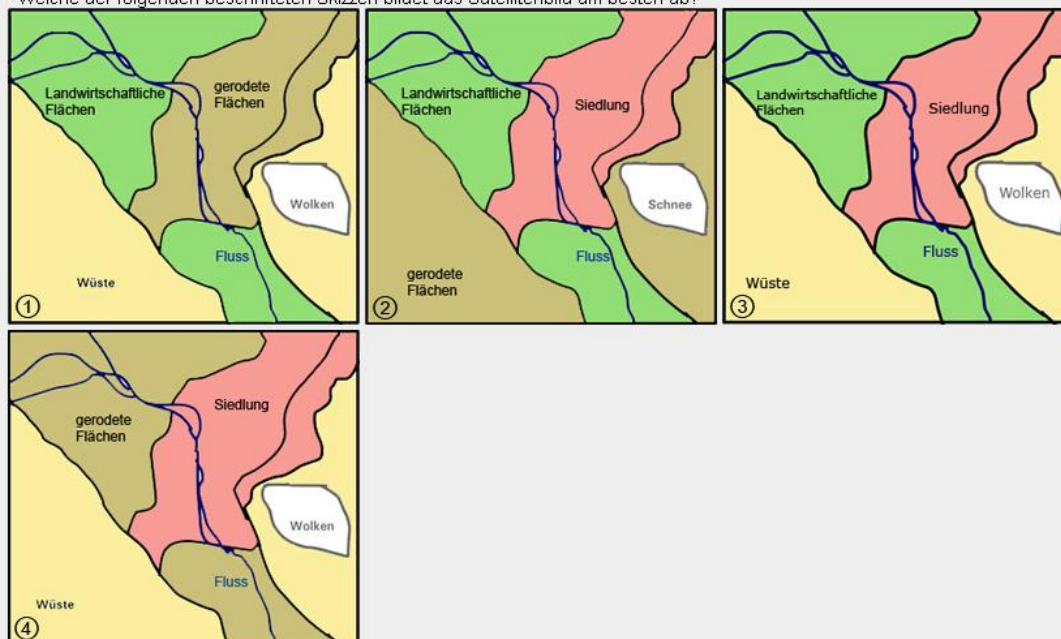
Satellitenbilder lesen lernen - Wie gut kennst du dich aus?

0% 100%

Echtfarben-Satellitenbild - 3.2



*Welche der folgenden beschrifteten Skizzen bildet das Satellitenbild am besten ab?



Bitte wähle eine der folgenden Antworten.

- ☐ Skizze 1
- ☐ Skizze 2
- ☐ Skizze 3
- ☐ Skizze 4



Satellitenbilder lesen lernen - Wie gut kennst du dich aus?

0% 100%

Echtfarben-Satellitenbild - 4

Zwischen 1984 und heute ist die Stadt **Las Vegas** enorm gewachsen und hat sich in ihr Umland ausgedehnt.



* Ordne die folgenden Ausschnitte vom ältesten Zeitpunkt bis zum jüngsten, indem du den Bildern die entsprechende Jahreszahl zuweist.



	1989	1994	1999	2004
Bild a	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bild b	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bild c	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bild d	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



Satellitenbilder lesen lernen - Wie gut kennst du dich aus?

0% 100%

Satellitenbild-Vergleich - 1

Die beiden Satellitenbilder zeigen einen Ausschnitt des Rhein-Neckar-Kreises. Das obere Bild, ein Echtfarbensatellitenbild zeigt einen Raum in natürlichen Farben, d. h. ähnlich wie mit dem menschlichen Auge. Das untere Bild, ein Falschfarbenbild zeigt einen Raum in unnatürlichen Farben. Es besteht zum Teil aus Bereichen, die für das menschliche Auge nicht sichtbar sind (z. B. Infrarot).
Vegetation, z. B. Wald erscheint darauf rot.



Echtfarbenbild:



Falschfarbenbild:

*Welche Merkmale kann man besser auf einem Echtfarben-, auf einem Falschfarben-Satellitenbild oder auf beiden gleich gut erkennen?

	Echtfarben-Satellitenbild	Falschfarben-Satellitenbild	Auf beiden sichtbar	Weiß nicht
Erkennung der Täler und der Geländeform.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Unterscheidung von Vegetation und bebauter Fläche (Städte, Ortschaften).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Identifizierung von Wasserflächen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



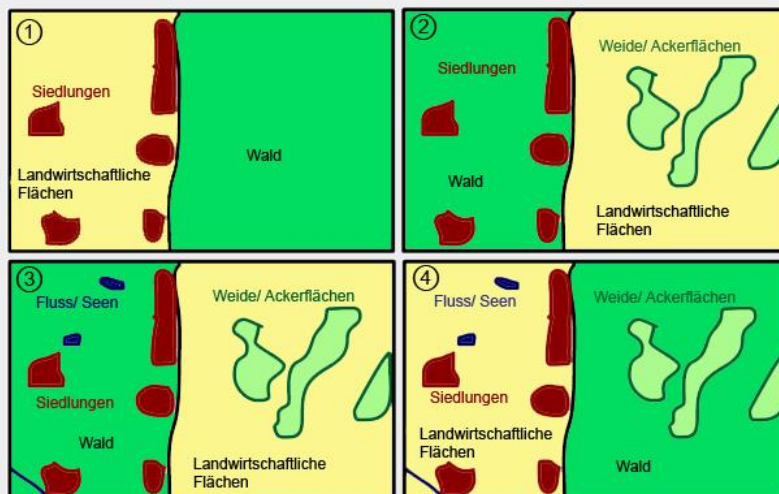
Satellitenbilder lesen lernen - Wie gut kennst du dich aus?

0% 100%

Falschfarben-Satellitenbild - 1



*Welche der folgenden beschrifteten Skizzen bildet das Satellitenbild am besten ab?



Bitte wähle eine der folgenden Antworten.

- ☐ Skizze 1
☐ Skizze 2
☐ Skizze 3
☐ Skizze 4





Satellitenbilder lesen lernen - Wie gut kennst du dich aus?

0%  100%

Falschfarben-Satellitenbild - 2.1



*Erstelle eine Legende für dieses Satellitenbild, indem du die richtige Beschriftung ankreuzt.

		
Waldflächen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
gerodete Flächen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Parkanlagen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siedlungsflächen (Orte)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Je Satellitenbildausschnitt ein Item 19-20 (1/2)

*Welche Bedeutung haben die weißen/bläulichen Flächen?



Bitte wähle eine der folgenden Antworten.

- ☐ Wolken
- ☐ Rauch
- ☐ Schnee
- ☐ Sandverwehungen

*Wo auf der Erde könnte dieses Satellitenbild aufgenommen worden sein?

Bitte wähle eine der folgenden Antworten.

- ☐ Mittlere Breiten, Mischwald
- ☐ Mittlere Breiten, Steppe
- ☐ Subtropen, Savanne
- ☐ Tropen, tropischer Regenwald

Oberes Item 21 (1/2), unteres Item 22 (1/3)



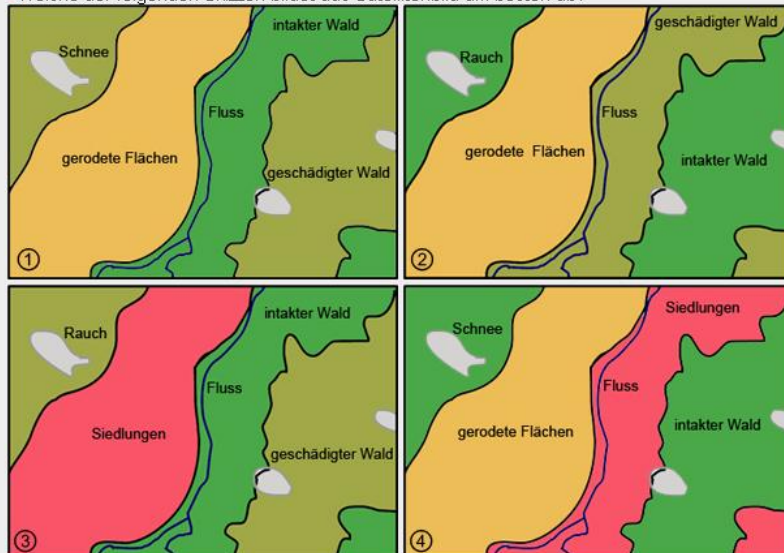
Satellitenbilder lesen lernen - Wie gut kennst du dich aus?

0% 100%

Falschfarben-Satellitenbild - 2.2



*Welche der folgenden Skizzen bildet das Satellitenbild am besten ab?



Bitte wähle eine der folgenden Antworten.

- ☐ Skizze 1
- ☐ Skizze 2
- ☐ Skizze 3
- ☐ Skizze 4

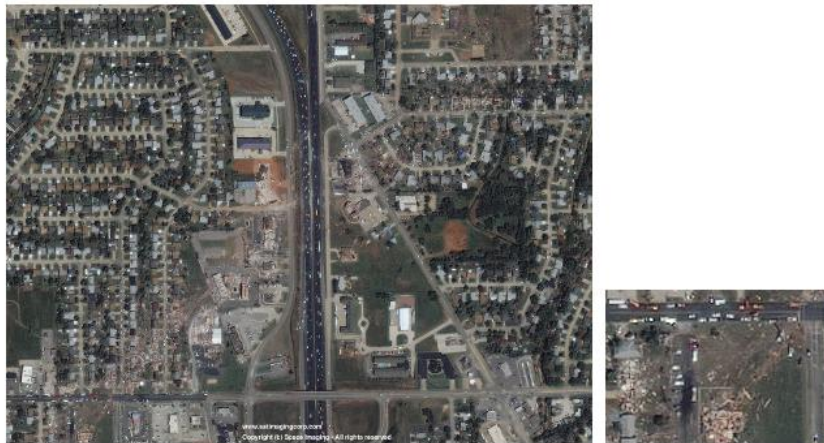


Satellitenbilder lesen lernen - Wie gut kennst du dich aus?

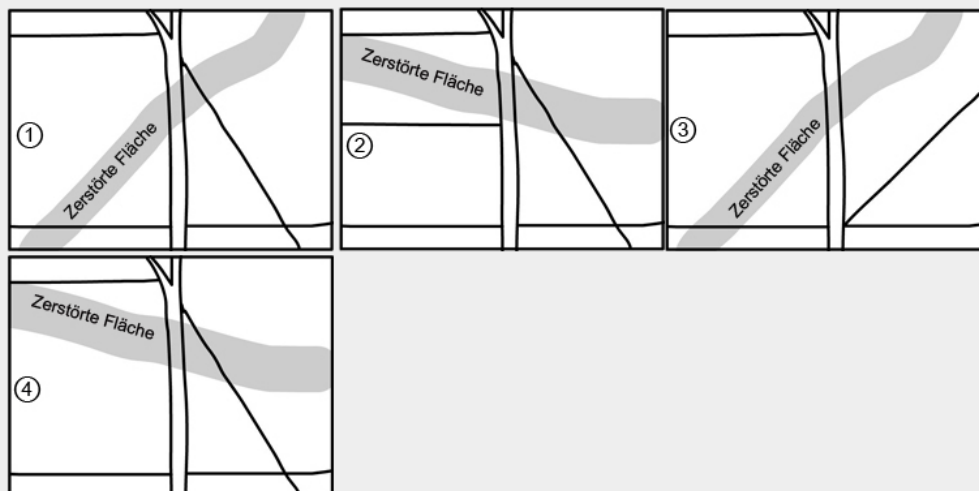
0% 100%

Echtfarben-Satellitenbild - 5

Der Ausschnitt zeigt in einem Streifen zerstörte Häuser.



*Welche der folgenden Skizzen bildet das Satellitenbild am besten ab?



Bitte wähle eine der folgenden Antworten.

- ☐ Skizze 1
- ☐ Skizze 2
- ☐ Skizze 3
- ☐ Skizze 4

*Was könnte die Ursache für die Zerstörung sein? (Hilfestellung: Das Satellitenbild wurde im mittleren Westen (Landesinneren) der USA aufgenommen.)

Bitte wähle eine der folgenden Antworten.

- ☐ Erdbeben
- ☐ Schneesturm
- ☐ Wirbelsturm
- ☐ Brand
- ☐ Überschwemmung

Item 25 (1/3)

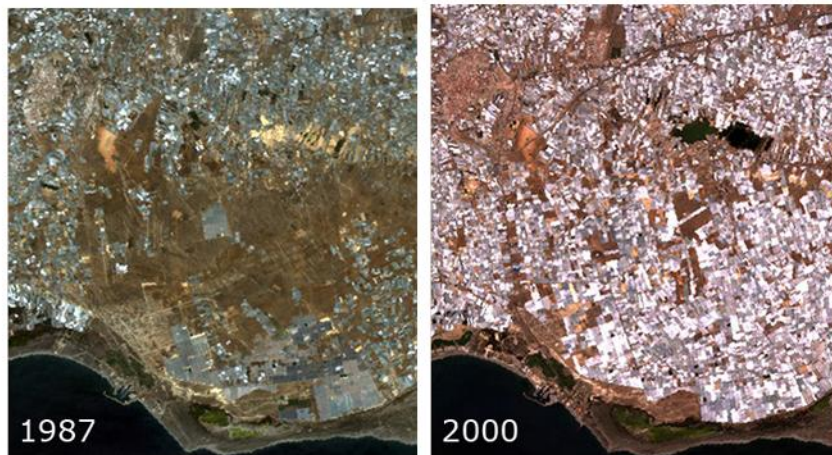


Satellitenbilder lesen lernen - Wie gut kennst du dich aus?

0% 100%

Satellitenbild-Vergleich - 2

In beiden Satellitenbildern wird eine Region in Spanien dargestellt.



*Was könnte die Ursache sein für die großflächigen Veränderungen zwischen 1987 und 2000?

Bitte wähle eine der folgenden Antworten.

- ☐ Eine große Parkanlage ist entstanden.
- ☐ Eine zusammenhängende Siedlungsfläche ist entstanden.
- ☐ Die landwirtschaftliche Nutzung in Gewächshäusern wurde ausgedehnt.
- ☐ Die Region ist mit Solarzellen überzogen worden.

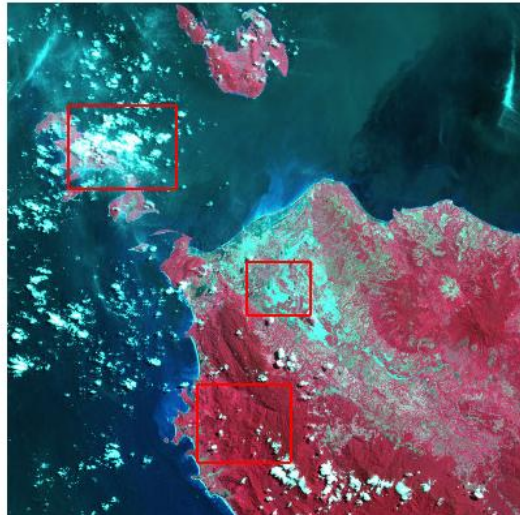
Item 26 (1/4)



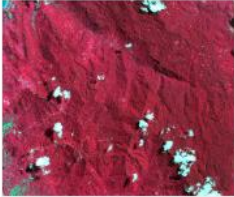
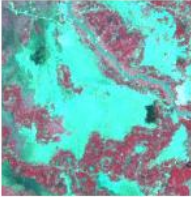
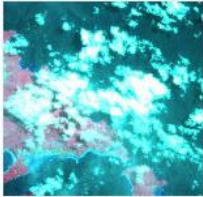
Satellitenbilder lesen lernen - Wie gut kennst du dich aus?

0% 100%

Falschfarben-Satellitenbild - 3.1



* Erstelle eine Legende für das Falschfarbensatellitenbild, indem du die richtige Beschriftung ankreuzt.

			
Meer	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gebirge	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sandverwehungen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Unbewachsener Boden	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siedlungsflächen (Orte)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wolken	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wasserflächen (im Inland)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Je Satellitenbildausschnitt ein Item 27-29 (1/2)

*Warum hat in diesem Ausschnitt des Satellitenbildes die Fläche eine hellere Färbung als ihre Umgebung?



Die Fläche ist...

Bitte wähle eine der folgenden Antworten.

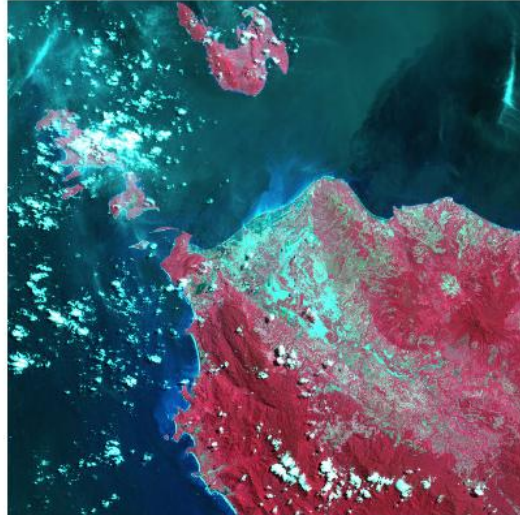
- ☐ fischreicher
- ☐ sedimentreicher/ mehr transportiertes Material
- ☐ wärmer
- ☐ sauerstoffreicher



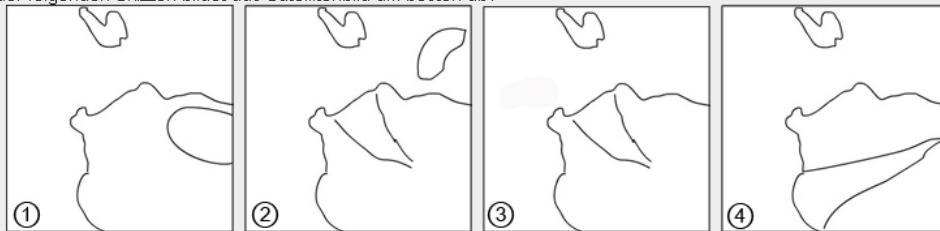
Satellitenbilder lesen lernen - Wie gut kennst du dich aus?

0%  100%

Falschfarben-Satellitenbild - 3.2



*Welche der folgenden Skizzen bildet das Satellitenbild am besten ab?



Bitte wähle eine der folgenden Antworten.

- ☐ Skizze 1
- ☐ Skizze 2
- ☐ Skizze 3
- ☐ Skizze 4



Satellitenbilder lesen lernen - Wie gut kennst du dich aus?

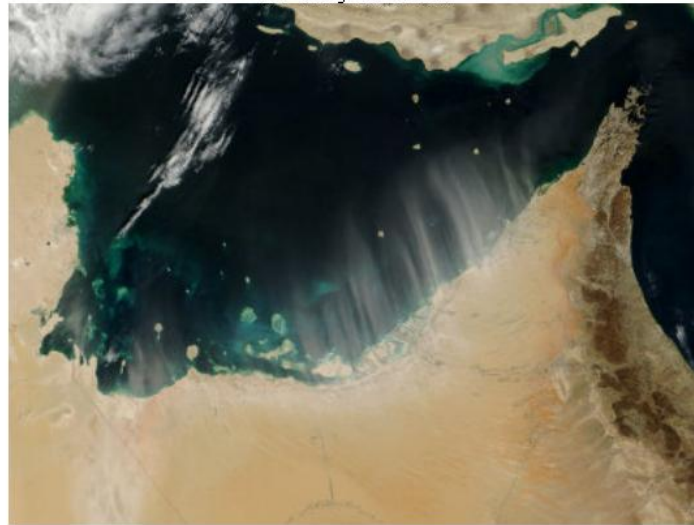
0%  100%

Echtfarben-Satellitenbild - 6



In diesem Ausschnitt sind **Sandverwehungen** dargestellt.

Hier das gesamte Bild:



*Kannst du im Satellitenbild erkennen aus welcher Richtung der Wind weht? (Das Bild ist genordet, d. h. Norden ist oben.)
Bitte wähle eine der folgenden Antworten.

- ☐ Nord
- ☐ Ost
- ☐ Süd
- ☐ West



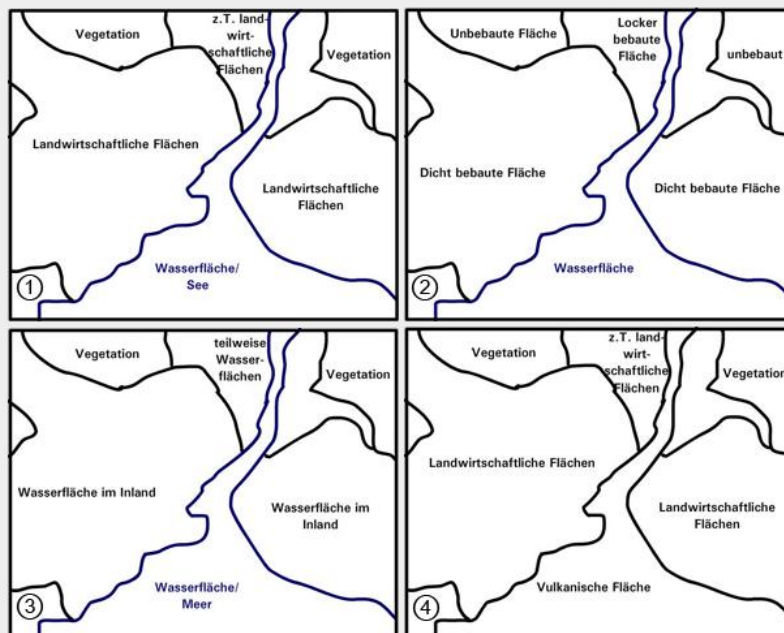
Satellitenbilder lesen lernen - Wie gut kennst du dich aus?

0% 100%

Falschfarben-Satellitenbild - 4



*Welche der folgenden beschrifteten Skizzen bildet das Satellitenbild am besten ab?



Bitte wähle eine der folgenden Antworten.

- ☐ Skizze 1
- ☐ Skizze 2
- ☐ Skizze 3
- ☐ Skizze 4



Satellitenbilder lesen lernen - Wie gut kennst du dich aus?

0%  100%

Satellitenbild-Vergleich - 3

Die beiden Satellitenbilder zeigen den selben Ausschnitt in unterschiedlichen Farben.



*Welche Bedeutung haben die bunten Farben im Satellitenbild rechts? Vergleiche die Farben mit dem Echtfarben-Satellitenbild links.

Bitte wähle eine der folgenden Antworten.

- ☐ Die Farben zeigen unterschiedliche Hohlräume unterhalb der Erde.
- ☐ Sie zeigen unterschiedliche Gesteinsarten.
- ☐ Sie zeigen unterschiedliche Feuchtigkeiten des Bodens.
- ☐ Sie zeigen unterschiedliche Vegetation.

Item 34 (1/4)



Satellitenbilder lesen lernen - Wie gut kennst du dich aus?

0% 100%

Echtfarben-Satellitenbild - 7



*Welches Thema ist auf den thematischen Karten, die aus dem Satellitenbild abgeleitet wurden, dargestellt?

Landnutzung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Temperatur	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gesteine	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Höhe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hangneigung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bevölkerungsdichte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Niederschlag	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Boden	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Je Karte ein Item 35-37 (2/1)

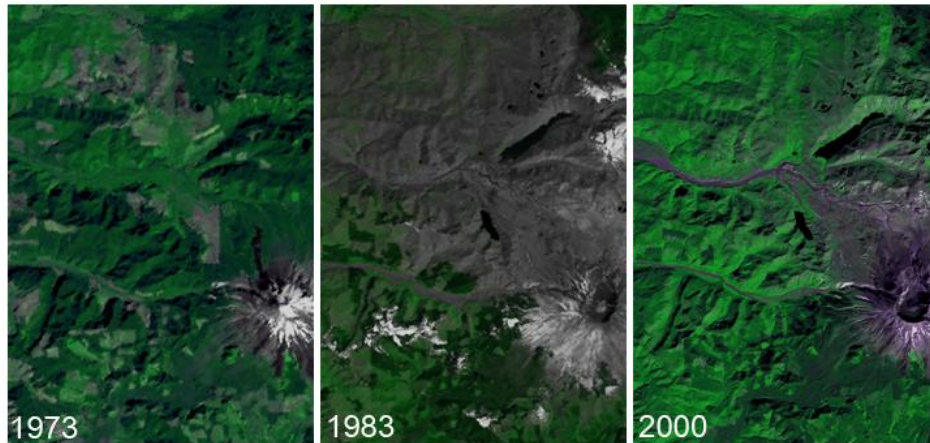


Satellitenbilder lesen lernen - Wie gut kennst du dich aus?

0%  100%

Satellitenbild-Vergleich - 4

Die drei Satellitenbilder zeigen den selben Ausschnitt zu unterschiedlichen Zeitpunkten.



*Welche Ursache könnte verantwortlich für die Veränderungen auf den drei Bildern sein?

Bitte wähle eine der folgenden Antworten.

- ☐ Erdbeben
- ☐ Überschwemmung
- ☐ Brand
- ☐ Vulkanausbruch
- ☐ Sturm

Item 38 (1/4)

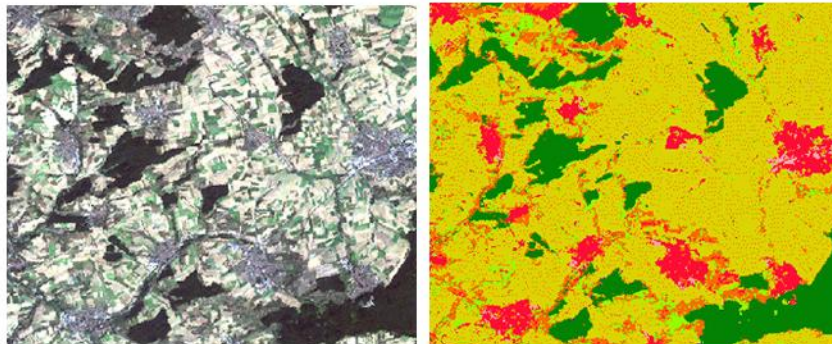


Satellitenbilder lesen lernen - Wie gut kennst du dich aus?

0% 100%

Klassifikation - 1

Aus dem **Satellitenbild** (links) wurde eine thematische **Karte der Landnutzung** (rechts) erstellt.



*Ordne den Farben die entsprechende Landnutzungs-klasse zu.

Industrie, Brache, vegetationslos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Landwirtschaftliche Flächen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siedlung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Streuobst/ Wein	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wald	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wasserflächen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wiese/ Weide	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Item 39 (2/1)

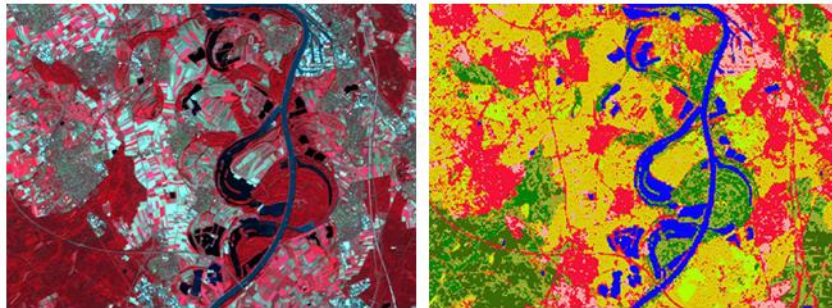


Satellitenbilder lesen lernen - Wie gut kennst du dich aus?




0% 100%

Klassifikation - 2

Aus dem **Satellitenbild** (links) wurde eine thematische **Karte der Landnutzung** (rechts) erstellt.



*Ordne den Farben die entsprechende Landnutzungs-klasse zu.

					
Industrie, Brache, vegetationslos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Landwirtschaftliche Flächen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siedlung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Streuobst, Wein	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wald	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wasserflächen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wiese/ Weide	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Item 40 (2/2)

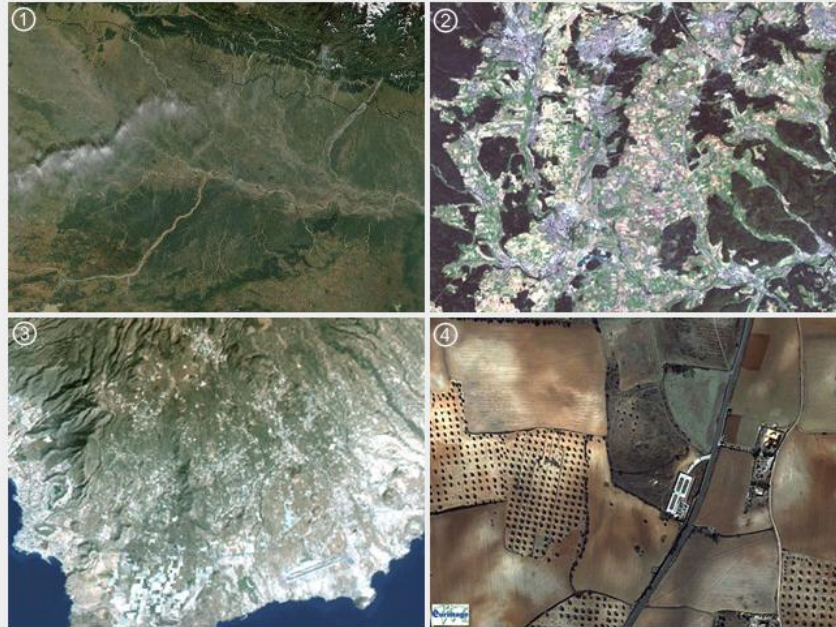


Satellitenbilder lesen lernen - Wie gut kennst du dich aus?

0%  100%

Eignung von Satellitenbildern

*Welches der folgenden Satellitenbilder ist für die **Überwachung von landwirtschaftlichen Nutzflächen** am besten geeignet?

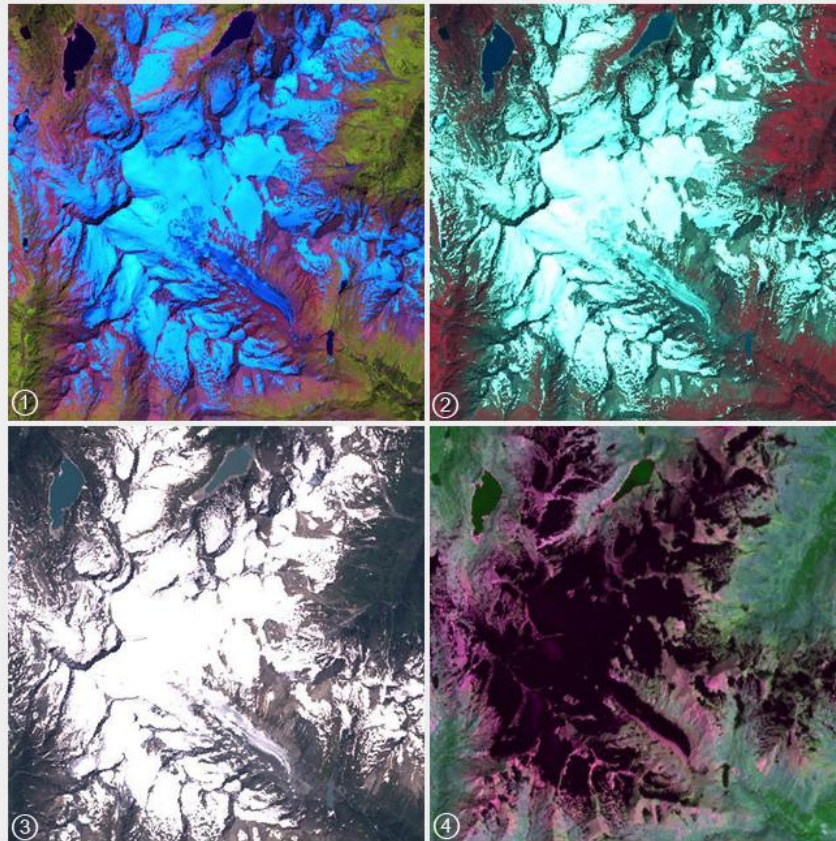


Bitte wähle eine der folgenden Antworten.

- ☐ Bild 1
☐ Bild 2
☐ Bild 3
☐ Bild 4

Item 41 (2/3)

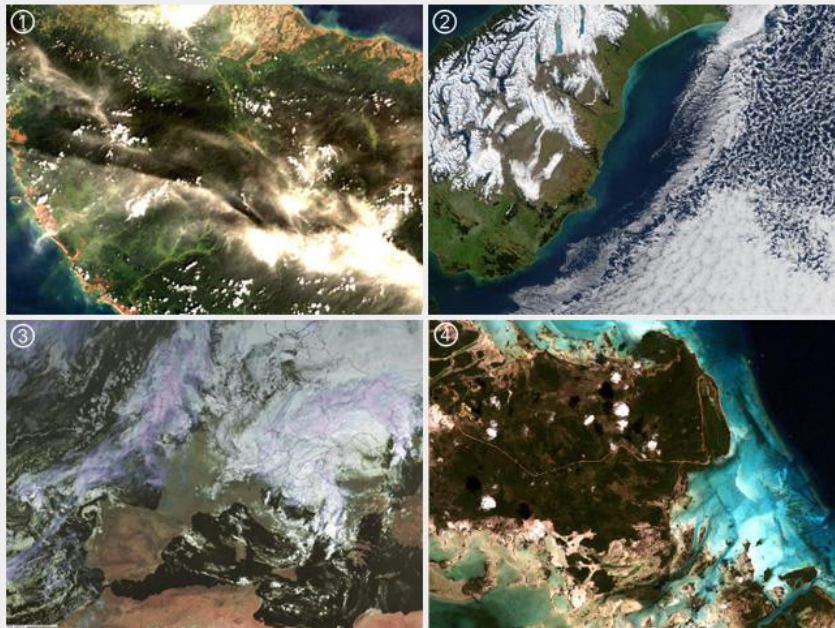
*Auf welchem der folgenden Satellitenbilder ist am besten der **Unterschied zwischen Schnee und Gletschereis** zu erkennen?



Bitte wähle eine der folgenden Antworten.

- ☐ Bild 1
- ☐ Bild 2
- ☐ Bild 3
- ☐ Bild 4

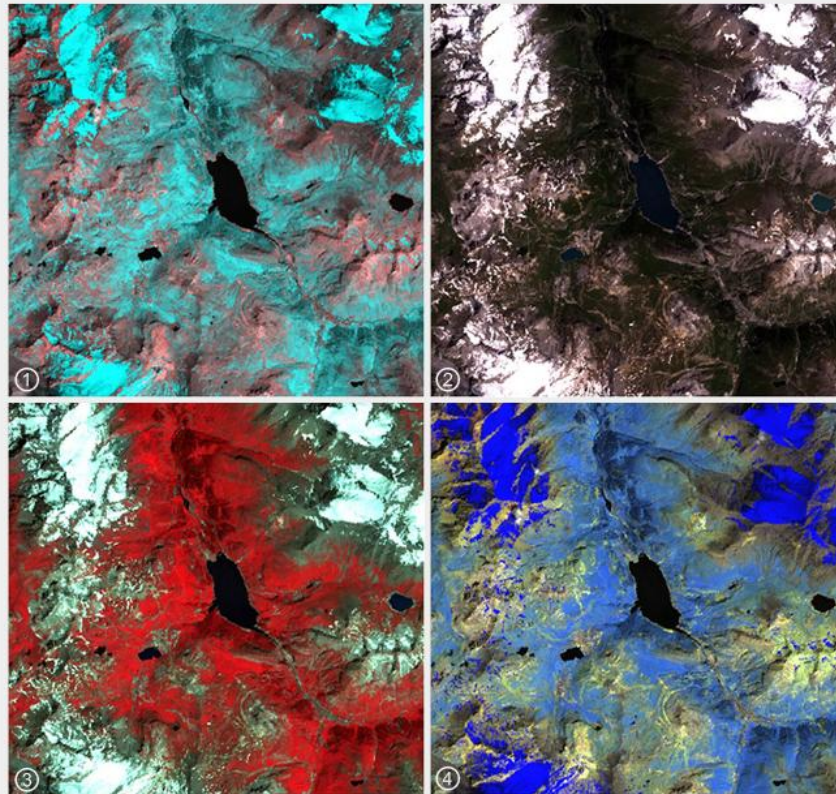
*Welches der folgenden Satellitenbilder ist für die **Wettervorhersage** am besten geeignet?



Bitte wähle eine der folgenden Antworten.

- ☐ Bild 1
- ☐ Bild 2
- ☐ Bild 3
- ☐ Bild 4

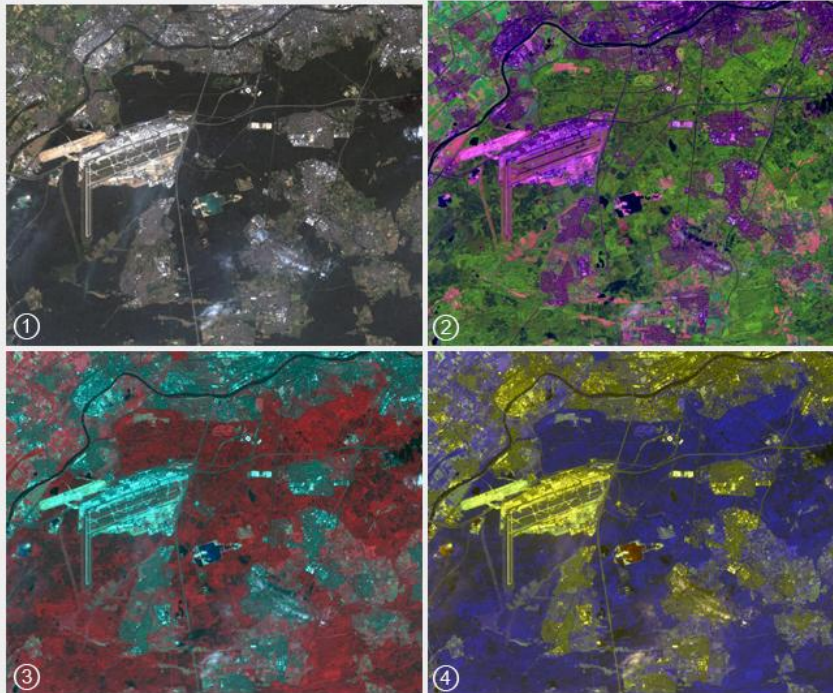
*Welches der folgenden Satellitenbilder ist am besten geeignet, um **Vegetationsflächen** von der Umgebung zu unterscheiden?



Bitte wähle eine der folgenden Antworten.

- ☐ Bild 1
- ☐ Bild 2
- ☐ Bild 3
- ☐ Bild 4

*Welches der folgenden Satellitenbilder ist am besten geeignet, um **Siedlungsflächen** von der Umgebung abzugrenzen?



Bitte wähle eine der folgenden Antworten.

- ☐ Bild 1
- ☐ Bild 2
- ☐ Bild 3
- ☐ Bild 4



Satellitenbilder lesen lernen - Wie gut kennst du dich aus?

0% 100%

Möglich oder nicht?

* Stimmt es, dass es mithilfe von Satellitenbildern aus dem All möglich ist, ... ?			
	Ja	Nein	Weiß nicht
... kranke und gesunde Wälder zu unterscheiden?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... Feldfrüchte auf verschiedenen Ackerflächen zu unterscheiden?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... Kunstrasen von echtem Rasen, z.B. auf Fußballfeldern zu unterscheiden?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... zu erkennen, wie schnell ein Bus fährt?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... (politische) Ländergrenzen zu erkennen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die Meerwassertemperatur zu ermitteln?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... Meeresbodenuntersuchungen durchzuführen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... den globalen Waldbestand der Erde zu überwachen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... Algenkolonien im Meer zu beobachten?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die Ausdehnung des Ozonlochs zu erkennen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Items 46-55 (2/4)



Satellitenbilder lesen lernen - Wie gut kennst du dich aus?

0% 100%

Sozio-demographische Daten

Nun möchten wir noch etwas über deine Person erfahren.

*Wie alt bist du?

In dieses Feld dürfen nur Ziffern eingetragen werden

*Ich bin ...

☐ Weiblich ☐ Männlich

*Welche Zahl erkennst du auf dem folgenden Bild?

*In dieses Feld dürfen nur Ziffern eingetragen werden*

Fragen nach Alter, Geschlecht und Sehschwäche



Satellitenbilder lesen lernen - Wie gut kennst du dich aus?

0%  100%

Vorwissen

Hier möchten wir nun wissen, wie oft du schon in Unterricht oder privat mit Satellitenbildern in Berührung gekommen bist.

*Wie oft hast Du schon mit Satellitenbildern in der Schule gearbeitet?

Bitte wähle eine der folgenden Antworten.

- ☒ Einmal wöchentlich oder mehr
☐ Einmal monatlich oder mehr
☐ Einmal im Halbjahr oder mehr
☐ Einmal im Jahr oder mehr
☐ Weniger als einmal im Jahr
☐ Noch nie

In welchen Schuljahren wurden Satellitenbilder in der Schule eingesetzt?

Bitte wähle einen oder mehrere Punkte aus der Liste aus.

- ☐ In der Unterstufe (5.-7. Klasse)
☐ In der Mittelstufe (8.-10. Klasse)

In welchen Fächern wurden Satellitenbilder eingesetzt?

Bitte wähle einen oder mehrere Punkte aus der Liste aus.

- ☐ Biologie
☐ Chemie
☐ Geographie
☐ Geschichte
☐ Mathematik
☐ Physik
☐ Politik
☐ 'Sonstige:' Angabe möglich:

*In welcher Form wurden diese Satellitenbilder eingesetzt?

Bitte wähle einen oder mehrere Punkte aus der Liste aus.

- ☐ Als analoge Bilder (z. B. Ausdrucke oder Folien, Schulbuch)
☐ Am PC – reines Betrachten der Bilder (z. B. in Google Earth)
☐ Am PC – eigene Bearbeitung der Satellitenbilder (z. B. mit spezieller Software)
☐ In Filmen oder Animationen, Präsentationen (Powerpoint etc.)
☐ 'Sonstige:' Angabe möglich:

*Wie oft hast du dich privat schon mit Satellitenbildern beschäftigt?

Bitte wähle eine der folgenden Antworten.

- ☐ Einmal wöchentlich oder mehr
- ☐ Einmal monatlich oder mehr
- ☐ Einmal im Halbjahr oder mehr
- ☐ Einmal im Jahr oder mehr
- ☐ Weniger als einmal im Jahr
- ☐ Noch nie

*Wie oft hast du im letzten Jahr die Erde mit Google Earth, Google Maps etc. „erkundet“?

Bitte wähle eine der folgenden Antworten.

- ☐ Einmal wöchentlich oder mehr
- ☐ Einmal monatlich oder mehr
- ☐ Einmal im Halbjahr oder mehr
- ☐ Einmal im Jahr oder mehr
- ☐ Weniger als einmal im Jahr
- ☐ Noch nie

Fragen nach der bisherigen Beschäftigung mit Satellitenbildern

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

Du hast es geschafft!

Vielen Dank für die Beantwortung der Fragen.
Du hast uns und unserer Studie damit sehr geholfen!

Danke sagen
Dipl.-Geogr. Isabelle Kollar und Prof. Dr. Alexander Siegmund

Schlussseite der Befragung

A.2 Genehmigung durch das Kultusministerium



Baden-Württemberg MINISTERIUM FÜR KULTUS, JUGEND UND SPORT

Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg
Postfach 10 34 42 • 70029 Stuttgart

Pädagogische Hochschule Heidelberg
Abteilung Geographie
Herrn Prof. Dr. Alexander Siegmund
Postfach 10 42 40
69032 Heidelberg

Stuttgart 19. August 2010
Durchwahl 0711 279-2824
Telefax 0711 279-2840
Name Cornelia Mayer
Gebäude Schlossplatz 4 (Neues Schloss)
Aktenzeichen 31-zu 6499.20/598
(Bitte bei Antwort angeben)

Genehmigung einer Befragung von Schülerinnen und Schülern an Gymnasien in Baden-Württemberg zu ihren Kompetenzen in Bezug auf das Verständnis von Satellitenbildern

Sehr geehrter Herr Professor,

das Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg dankt für Ihr Schreiben vom 5. August 2010, mit dem Sie den modifizierten Fragebogen zur Studie "Satellitenbilder lesen lernen - wie gut kennst du dich aus?" übersandt haben.

Nachdem Sie die gewünschten Anpassungen vorgenommen haben, genehmigt das Ministerium die Durchführung der Befragung in den 10. Klassen an Gymnasien im Fach GWG mit den folgenden Maßgaben:

- Die Teilnahme der Schulen an der Untersuchung ist - wie auch die Teilnahme der Schülerinnen und Schüler selbst - freiwillig; die Schulleiterin bzw. der Schulleiter entscheidet nach Anhörung der Schulkonferenz über eine Beteiligung.
- Enthalten die Schülerfragebögen Fragen nach dem persönlichen und häuslichen Umfeld sowie zur Bewertung des Verhaltens von Eltern und Lehrern, muss das schriftliche Einverständnis der Eltern eingeholt werden. In diesem Fall muss in einem Elternanschreiben dezidiert auf diese Fragen hingewiesen und den Eltern - zumindest auf deren Wunsch - der Inhalt der Fragebögen offen gelegt werden. Die Eltern

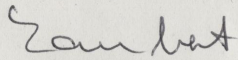
- 2 -

sind darauf hinzuweisen, dass die Nichtteilnahme an der Befragung zu keinerlei Nachteilen führt.

- Aus der Darstellung des Untersuchungsergebnisses dürfen keine Rückschlüsse auf Einzelpersonen möglich sein.
- Die bei der Befragung gewonnenen Daten dürfen nicht für andere Zwecke verwendet werden.

Das Kultusministerium wünscht Ihnen einen erfolgreichen Verlauf der Untersuchung und wäre Ihnen für die gelegentliche Übersendung der Ergebnisse dankbar.

Mit freundlichen Grüßen



Lambert
Ministerialrat

A.3 Anschreiben zur Untersuchung



Prof. Dr. Alexander Siegmund
Dipl.-Geogr. Isabelle Kollar
Abteilung Geographie



Pädagogische Hochschule Heidelberg, Abteilung Geographie
Prof. Dr. Alexander Siegmund, Postfach 10 42 40, 69032 Heidelberg

Hausadresse:
Czernyring 22/11-12
69115 Heidelberg

Zimmer G 402

Tel.: 06221/477-771
Fax: 06221/477-769

E-Mail: siegmund@ph-heidelberg.de

Heidelberg, 05.06.2010

Satellitenbilder im Unterricht – Aufruf zur Teilnahme an einer wissenschaftlichen Studie

Sehr geehrter Herr/ Sehr geehrte Frau ...,

Satellitenbilder sind heute aus dem Alltag der Schülerinnen und Schüler kaum noch wegzudenken. Durch Wettervorhersagen, Nachrichten, Google Earth etc. sind sie zu einem festen Bestandteil der jugendlichen Erfahrungswelt geworden. Auch im Bildungsplan von 2004 wird Satellitenbildern als zukunftsweisendes geographisches Medium ein wichtiger Stellenwert eingeräumt. Doch wie fördert das „Lesen“ von Satellitenbildern modernen Unterricht? Im Rahmen eines Forschungsprojektes an der Pädagogischen Hochschule Heidelberg möchten wir im Schuljahr 2010/2011 daher untersuchen, wie die fachlichen und methodischen Kompetenzen von Schülerinnen und Schüler über das Verständnis von Satellitenbildern ausgeprägt sind.

Im Rahmen des Forschungsprojektes werden die Schülerinnen und Schüler der 10. Klasse im Fach Geographie/Erdkunde/GWG in Form eines internetbasierten Fragebogens in einem etwa 45 minütigen Test zu verschiedenen Aspekten der Satellitenbildnutzung befragt. Die Konzeption erlaubt auch die Durchführung im Rahmen einer Vertretungsstunde.

Den Fragebogen können Sie online einsehen unter: <http://www.ph-heidelberg.de/sblk>

Die Untersuchung wurde mit Schreiben vom 19.08.2010 vom Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg genehmigt.

Für die Durchführung der Untersuchung sind wir auf Ihre Hilfe angewiesen. Wir würden uns sehr freuen, wenn Sie bzw. Ihre Schülerinnen und Schüler an unserer Studie teilnehmen würden und den

entsprechenden Fragebogen ausfüllen. Bitte leiten Sie diesen Brief und das beiliegende Info-Blatt auch an Ihre Fachkollegen Geographie/Erdkunde weiter und ermuntern Sie diese zu einer Teilnahme. Der Fragebogen ist ab sofort und bis Ende November frei geschaltet.

Wie profitieren Sie und Ihre Schülerinnen und Schüler von der Teilnahme?

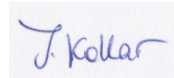
- Sie wirken aktiv mit an aktueller fachdidaktischer Forschung und helfen dadurch den Geographieunterricht weiter zu verbessern
- Ihre Schülerinnen und Schüler üben den selbstständigen Umgang mit Satellitenbildern
- Bei Interesse bieten wir Ihnen und Ihrem Fachkollegium über die GIS-Station – dem Klaus-Tschira-Kompetenzzentrum für digitale Geomedien (www.gis-station.info) an, eine individuelle Fortbildung zu gestalten

Für Rückfragen und weitere Auskünfte stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung. Wenn Sie weiterreichende Informationen zum Fragebogen erhalten möchten, freuen wir uns auf Ihre Rückmeldung, ebenso wenn Sie über das Ergebnis der Studie informiert werden möchten.

In Hoffnung auf zahlreiche Teilnahmen Ihrer Schülerinnen und Schüler verbleiben wir mit freundlichen Grüßen



Prof. Dr. Alexander Siegmund



Dipl.-Geogr. Isabelle Kollar

A.4 Informationsblatt zur Untersuchung



Prof. Dr. Alexander Siegmund
Dipl.-Geogr. Isabelle Kollar
Abteilung Geographie
Czernyring 22/11-12
69115 Heidelberg



Info-Blatt zum Einsatz des Fragebogens:

„Satellitenbilder lesen lernen – Wie gut kennst du dich aus?“

Der Fragebogen „Satellitenbilder lesen lernen“ untersucht im Rahmen eines Forschungsprojektes an der Pädagogischen Hochschule Heidelberg die Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in Bezug auf das Verständnis von Satellitenbildern. Die Schülerinnen und Schüler sollen dazu in einem Online-Fragebogen auf unterschiedlichen Satellitenbildern u.a. Objekte erkennen und Farben zuordnen.

Der Fragebogen ist für die **Klasse 10** konzipiert und kann **in einer Schulstunde** von den Schülerinnen und Schülern am PC (**Computerraum**) ausgefüllt werden. Bitte achten Sie darauf, dass die Schülerinnen und Schüler **in Einzelarbeit** die Fragen beantworten. Die Befragung muss kontinuierlich, **„an einem Stück“** ausgefüllt werden, da sie nicht gespeichert und später weiter ausgefüllt werden kann.

Der Fragebogen ist bis Ende November **online verfügbar** unter dem Link:

<http://www.ph-heidelberg.de/sblk>

Nach Eingabe des o.g. Links gelangen die Schülerinnen und Schüler auf die **Startseite des Fragebogens**:

LimeSurvey

Satellitenbilder lesen lernen - Wie gut kennst du dich aus?

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

der vorliegende Fragebogen wurde in der Abteilung Geographie an der Pädagogischen Hochschule Heidelberg entwickelt.

Er wird online durchgeführt, da du die Satellitenbilder in Farbe betrachten sollst!

Zum Teil werden auch Antworten auf bestimmte Fragen auf Folgeseiten gegeben. Das heißt für Dich beim Ausfüllen, dass Du nicht mehr auf vordere Seiten zurückblättern kannst. Hast Du einmal auf „Weiter“ geklickt, kannst Du nicht mehr zurück.

Vielen Dank für Deine Mitarbeit und viel Spaß beim Beantworten der Fragen.

Dipl.-Geogr. Isabelle Kollar und Prof. Dr. Alexander Siegmund

Eine Bemerkung zum Datenschutz

Dies ist eine anonyme Umfrage.

Die Daten mit Deinen Antworten enthält keinerlei auf Dich zurückzuführende/identifizierende Informationen, es sei denn bestimmte Fragen haben Dich explizit danach gefragt. Wenn Du für diese Umfrage einen Zugangsschlüssel benutzt hast, so kannst Du sicher sein, dass der Zugangsschlüssel nicht zusammen mit den Daten abgespeichert wurde. Er wird einer getrennten Datenbank aufbewahrt und nur aktualisiert, um zu speichern, ob Du diese Umfrage abgeschlossen hast oder nicht. Es gibt keinen Weg die Zugangsschlüssel mit den Umfrageergebnissen zusammenzuführen.

[\[Umfrage verlassen und löschen\]](#) [Weiter >>](#)

Nun können die Schülerinnen und Schüler den Fragebogen selbstständig nach und nach ausfüllen (durch Klicken auf „Weiter“ und Beantwortung der Fragen).

Da die Gestaltung der Umfrage anonym ist, bitten wir um **Rückmeldung** (Name und Ort der Schule, Anzahl der Schüler, Datum) per E-Mail an kollar@ph-heidelberg.de, wenn Sie mit einer oder mehreren Klassen teilgenommen haben.

Wenn Sie **weitergehende Informationen** zur Studie oder die Lösungen zu den Aufgaben des Fragebogens erhalten möchten, freuen wir uns auf Ihre Rückmeldung.

B

Auswertungsergebnisse der Pilotstudie

In den folgenden Tabellen und Abbildungen wird eine statistische und probabilistische Übersicht über die Pilotstudie (vgl. auch Kap. 6.5.2) gegeben. In Tabelle B.1 werden die teilnehmenden Schüler (n=102) nach Geschlecht, Alter und ihrer Rot-Grün-Sehschwäche aufgelistet. Abbildung B.1 zeigt den ersten ConQuest Quelltext (command-Fenster) der Pilotstudie (1. Skalierung).

Tabelle B.2 gibt alle befragten 96 Items sowie dazugehörige Itemparameter und Infit-Werte aus (nach der ersten Skalierung, vgl. Tabelle 6.4). Nach der Itemnummerierung folgt die Angabe der Lösungshäufigkeit des Items in Prozent sowie eine mit der IRT-Methode errechneten Itemschwierigkeit, zusätzlich wird die Trennschärfe jedes Items angegeben. Als Infit-Werte werden der wMNSQ- und der T-Wert aufgeführt.

Geschlecht	Alter		Sehschwäche
männlich = 38	13 = 2	16 = 47	falsch = 5
weiblich = 63	14 = 31	17 = 4	17 erkannt = 17
ohne Angabe = 1	15 = 12	ohne Angabe = 6	47 erkannt = 80

Tab. B.1: Geschlecht, Altersstruktur und Sehschwäche der Schüler der Pilotstudie (n = 102) (Quelle: eigene Onlinebefragung)

```
datafile
D:\DISS\Fragebogen\Pilotierung\100727_Auswertung_vortest_gesamt\Pilotierung_gesamt_KM_codiert_2
.dat;
format id 1-3 responses 4-99;

codes 0,1;
set constraint=cases,update=yes,warnings=no;

model item;
estimate !method=montecarlo,nodes=2000,converge=0.005;

show !tables=1:2:3:4, estimates=latent >> Modellfitx.shw;
show cases !estimates=wle >> Personenfähigkeitenx.wle;
itanal >> Itemschwierigkeitenx.itn;
```

Abb. B.1: ConQuest Quellcode der Pilotstudie (1. Skalierung) (Quelle: eigene Onlinebefragung)

Item Nr.	Itemparameter			Infit		Item Nr.	Itemparameter			Infit	
	% richtig	Schwierigkeit	Trenns.	MNSQ	T		% richtig	Schwierigkeit	Trenns.	MNSQ	T
1	98,0	-4,248	0,05	1,05	0,3	49	51,9	-0,048	0,28	1,03	0,5
2	37,6	0,614	0,06	1,21	2,6	50	76,5	-1,299	0,32	1,00	0,1
3	93,1	-2,874	0,33	0,93	-0,1	51	96,1	-3,514	0,39	0,91	-0,1
4	92,2	-2,729	0,35	0,94	-0,1	52	92,2	-2,729	0,36	0,92	-0,2
5	83,3	-1,785	0,15	1,15	0,9	53	79,4	-1,493	0,42	0,94	-0,4
6	75,5	-1,239	0,44	0,93	-0,5	54	63,7	-0,600	0,23	1,11	1,3
7	88,2	-2,237	0,36	0,97	-0,1	55	86,3	-2,041	0,28	1,03	0,2
8	64,7	-0,648	0,21	1,10	1,2	56	90,2	-2,462	0,18	1,05	0,3
9	77,5	-1,362	0,19	1,12	0,9	57	89,2	-2,345	0,48	0,86	-0,5
10	96,1	-3,514	0,32	0,94	0,0	58	77,5	-1,362	0,51	0,87	-1,0
11	75,5	-1,239	0,31	1,04	0,3	59	68,6	-0,849	0,43	0,95	-0,5
12	98,0	-4,257	0,27	0,96	0,2	60	34,3	0,771	0,25	1,08	1,0
13	98,0	-4,257	0,27	0,96	0,2	61	90,2	-2,462	0,51	0,83	-0,6
14	94,1	-3,062	0,21	1,03	0,2	62	92,2	-2,729	0,52	0,81	-0,6
15	89,2	-2,345	0,53	0,81	-0,8	63	89,2	-2,3445	0,51	0,83	-0,7
16	68,6	-0,849	0,15	1,14	1,4	64	79,4	-1,493	0,58	0,80	-0,7
17	97,1	-3,828	0,11	1,05	0,3	65	64,7	-0,648	0,33	1,02	0,2
18	69,6	-0,902	0,27	1,07	0,7	66	61,8	-0,504	0,23	1,07	0,9
19	56,9	-0,273	0,26	1,08	1,2	67	65,7	-0,697	0,40	0,95	-0,5
20	47,1	0,174	0,36	0,98	-0,3	68	10,8	2,364	-0,12	1,11	0,5
21	22,6	1,417	0,06	1,12	0,9	69	82,4	-1,708	0,67	0,75	-1,6
22	46,1	0,219	0,30	1,04	0,6	70	61,8	-0,504	0,54	0,84	-2,2
23	85,3	-1,952	0,57	0,81	-1,0	71	54,9	-0,182	0,56	0,83	-2,8
24	40,2	0,489	0,22	1,12	1,6	72	69,6	-0,902	0,55	0,84	-1,6
25	95,1	-3,267	0,41	0,90	-0,1	73	55,9	-0,227	0,59	0,81	-3,0
26	91,2	-2,589	0,57	0,80	-0,7	74	84,3	-1,866	0,53	0,85	-0,8
27	93,1	-2,885	0,41	0,88	-0,3	75	79,4	-1,493	0,41	0,91	-0,5
28	68,6	-0,849	0,38	0,99	-0,1	76	59,8	-0,410	0,33	1,00	-0,0
29	46,1	0,219	0,38	0,97	-0,5	77	38,2	0,582	0,14	1,14	1,9
30	62,8	-0,552	0,05	1,22	2,6	78	32,4	0,870	0,22	1,08	0,9
31	82,4	-1,708	0,38	0,96	-0,2	79	31,4	0,920	-0,02	1,24	2,5
32	33,3	0,820	0,20	1,05	0,6	80	62,8	-0,552	0,32	1,03	0,3
33	67,7	-0,798	0,36	1,00	0,0	81	88,2	-2,237	0,35	0,96	-0,1
34	69,6	-0,902	0,44	0,94	-0,5	82	32,4	0,870	0,19	1,08	0,9
35	54,9	-0,182	0,45	0,90	-1,6	83	81,4	-1,634	0,54	0,85	-0,9
36	83,3	-1,785	0,47	0,88	-0,7	84	23,5	1,356	0,11	1,15	1,2
37	78,4	-1,427	0,37	0,98	-0,1	85	77,5	-1,362	0,28	1,03	0,3
38	89,2	-2,345	0,29	0,97	-0,1	86	69,6	-0,902	0,39	0,98	-0,2
39	82,4	-1,708	0,44	0,92	-0,4	87	38,2	0,582	0,05	1,19	2,4
40	95,1	-3,267	0,38	0,88	-0,2	88	86,3	-2,041	0,67	0,74	-1,3
41	82,4	-1,708	0,51	0,86	-0,8	89	61,8	-0,504	0,23	1,12	1,4

Item Nr.	Itemparameter			Infit		Item Nr.	Itemparameter			Infit	
	% richtig	Schwierigkeit	Trenns.	MNSQ	T		% richtig	Schwierigkeit	Trenns.	MNSQ	T
42	67,7	-0,798	0,38	0,98	-0,2	90	85,3	-1,952	0,60	0,77	-1,3
43	73,5	-1,121	0,28	1,03	0,3	91	39,2	0,535	0,21	1,11	1,5
44	11,8	2,260	0,03	1,04	0,3	92	68,6	-0,849	0,25	1,07	0,7
45	78,4	-1,427	0,35	1,00	0,0	93	66,7	-0,747	0,15	1,16	1,7
46	37,3	0,628	0,27	1,06	0,8	94	87,3	-2,136	0,49	0,89	-0,4
47	91,2	-2,589	0,48	0,86	-0,4	95	35,3	0,723	0,24	1,09	1,1
48	88,2	-2,237	0,60	0,76	-1,1	96	43,1	0,353	0,20	1,10	1,6

Tab. B.2: Items der Pilotstudie zur empirischen Überprüfung der Satellitenbild-Lesekompetenz (Quelle: eigene Onlinebefragung)

C

Auswertungsergebnisse der Hauptstudie

Ergänzende Angaben und Übersichten zu den Auswertungen der Hauptstudie werden im Folgenden angegeben. In Abbildung C.1 erscheint der ConQuest Quellcode der eindimensionalen Skalierung aller Kompetenzitems. In Abbildung C.2 ist der Quellcode der zweidimensionalen Skalierung abgebildet. In Tabelle C.1 werden die 55 Kompetenzitems nach einer ersten, eindimensionalen Skalierung mit ihren Parameter- und Infitwerten aufgelistet. Tabelle C.2 zeigt die Werte der Items in einer zweidimensionalen Skalierung.

```
datafile F:\110208_Auswertungen\Hauptstudie_ex_codiert_conquest.dat;  
format pid 1-4 responses 5-59;  
labels << Itemlabel.txt;  
  
codes 0,1;  
set constraints=cases, update=yes,warnings=no;  
  
model item;  
estimate !method=montecarlo,nodes=2000,converge=0.005;  
  
show !tables=1:2:3:4, estimates=latent >>Modellfit_bx.shw;  
show cases !estimates=wle >> Personenfähigkeiten_bx.wle;  
itanal >> Itemschwierigkeiten_bx.itn;
```

Abb. C.1: ConQuest Quellcode der Hauptstudie (eindimensionale Skalierung) (Quelle: eigene Onlinebefragung)

```
datafile F:\110208_Auswertungen\Hauptstudie_ex_codiert_conquest.dat;  
format pid 1-4 responses 5-59;  
labels << Itemlabel.txt;  
  
codes 0,1;  
set constraints=cases, update=yes,warnings=no;  
  
score (0,1) (0,1) ( ) !  
items(1,2,3,4,5,6,8,9,10,11,12,14,15,16,17,19,20,21,22,25,26,27,28,29,30,32,34,38);  
score (0,1) ( ) (0,1) !  
items(7,13,18,23,24,31,33,35,36,37,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55);  
  
model item;  
estimate !method=montecarlo,nodes=2000,converge=0.005;  
  
show !tables=1:2:3:4, estimates=latent >>Modellfit_bx_2d.shw;  
show cases !estimates=wle >> Personenfähigkeiten_bx_2d.wle;  
itanal >> Itemschwierigkeiten_bx_2d.itn;
```

Abb. C.2: ConQuest Quellcode der Hauptstudie (zweidimensionale Skalierung) (Quelle: eigene Onlinebefragung)

Item Nr.	Itemparameter			Infit		Item Nr.	Itemparameter			Infit	
	% richtig	Schwierigkeit	Trenns.	MNSQ	T		% richtig	Schwierigkeit	Trenns.	MNSQ	T
1	82,3	-1,612	0,17	1,02	0,4	29	63,2	-0,560	0,40	0,95	-2,1
2	73,8	-1,082	0,14	1,05	1,2	30	36,5	0,601	0,23	1,02	0,8
3	89,2	-2,205	0,31	0,96	-0,5	31	78,6	-1,366	0,29	0,99	-0,2
4	86,9	-1,984	0,17	1,01	0,2	32	83,3	-1,680	0,26	0,99	-0,1
5	94,5	-2,950	0,20	0,98	-0,1	33	56,1	-0,245	0,21	1,03	1,7
6	51,9	-0,070	0,24	1,02	1,4	34	49,9	0,020	0,18	1,05	2,8
7	55,7	-0,228	0,27	1,01	0,7	35	40,4	0,430	0,31	0,99	-0,4
8	97,5	-3,785	0,27	0,96	-0,1	36	13,5	1,970	0,15	1,01	0,1
9	93,5	-2,782	0,26	0,97	-0,2	37	52,4	-0,086	0,10	1,09	4,6
10	73,1	-1,046	0,24	1,01	0,2	38	93,5	-2,782	0,35	0,94	-0,4
11	49,6	0,032	0,22	1,03	1,6	39	37,5	0,559	0,49	0,90	-4,2
12	47,1	0,138	0,38	0,96	-2,1	40	31,8	0,825	0,47	0,91	-3,0
13	70,6	-0,915	0,32	0,98	-0,6	41	82,9	-1,660	0,35	0,94	-1,0
14	55,5	-0,222	0,31	0,99	-0,4	42	32,5	0,793	0,28	0,99	-0,2
15	37,5	0,559	0,23	1,02	1,0	43	77,3	-1,285	0,31	0,98	-0,5
16	28,9	0,969	0,09	1,07	2,0	44	56,2	-0,251	0,32	0,98	-0,9
17	49,5	0,037	0,22	1,02	1,3	45	36,5	0,601	0,15	1,06	2,3
18	78,2	-1,341	0,43	0,93	-1,5	46	62,5	-0,530	0,24	1,02	0,8
19	75,6	-1,185	0,27	0,99	-0,2	47	21,5	1,383	0,11	1,05	0,9
20	44,7	0,240	0,31	0,98	-1,0	48	18,5	1,580	-0,04	1,09	1,5
21	74,8	-1,140	0,28	0,99	-0,2	49	72,0	-0,990	0,21	1,02	0,6
22	27,6	1,038	0,27	0,99	-0,3	50	65,7	-0,677	0,35	0,97	-1,2
23	67,0	-0,739	0,43	0,94	-2,1	51	66,8	-0,727	0,25	1,01	0,2
24	72,4	-1,011	0,40	0,94	-1,6	52	54,5	-0,177	0,17	1,06	3,1
25	75,9	-1,200	0,40	0,94	-1,4	53	90,5	-2,354	0,41	0,92	-0,8
26	12,7	2,042	0,23	0,98	-0,2	54	58,2	-0,337	0,25	1,02	0,8
27	69,7	-0,869	0,22	1,02	0,6	55	51,5	-0,047	0,09	1,09	5,0
28	34,9	0,674	0,16	1,05	1,9						

Tab. C.1: Items der Hauptstudie zur empirischen Überprüfung der Satellitenbild-Lesekompetenz (eindimensionale Skalierung) (Quelle: eigene Onlinebefragung)

Item Nr.	Itemparameter				Infit		Item Nr.	Itemparameter				Infit	
	% richtig	D	Schwierigkeit	Trenns.	MNSQ	T		% richtig	D	Schwierigkeit	Trenns.	MNSQ	T
1	82,3	1	-1,623	0,17	1,02	0,4	29	63,2	1	-0,566	0,40	0,95	-1,8
2	73,8	1	-1,090	0,14	1,04	1,1	30	36,5	1	0,604	0,23	1,01	0,5
3	89,2	1	-2,217	0,31	0,95	-0,5	31	78,6	2	-1,384	0,29	0,99	-0,2
4	86,9	1	-1,995	0,17	1,01	0,1	32	83,3	1	-1,691	0,26	0,99	-0,1
5	94,5	1	-2,962	0,20	0,97	-0,1	33	56,1	2	-0,249	0,21	1,05	2,3
6	51,9	1	-0,072	0,24	1,01	0,7	34	49,9	1	0,019	0,18	1,05	2,8
7	55,7	2	-0,232	0,27	1,02	1,0	35	40,4	2	0,434	0,31	0,98	-0,7
8	97,5	1	-3,798	0,27	0,97	-0,1	36	13,5	2	1,990	0,15	1,01	0,2

Item Nr.	Itemparameter				Infit		Item Nr.	Itemparameter				Infit	
	% richtig	D	Schwierigkeit	Trenns.	MNSQ	T		% richtig	D	Schwierigkeit	Trenns.	MNSQ	T
9	93,5	1	-2,795	0,26	0,98	-0,1	37	52,4	2	-0,089	0,10	1,08	4,0
10	73,1	1	-1,054	0,24	1,00	0,1	38	93,5	1	-2,795	0,35	0,95	-0,3
11	49,6	1	0,030	0,22	1,03	1,4	39	37,5	2	0,565	0,49	0,89	-4,5
12	47,1	1	0,138	0,38	0,95	-2,5	40	31,8	2	0,834	0,47	0,91	-3,1
13	70,6	2	-0,928	0,32	0,98	-0,4	41	82,9	2	-1,681	0,35	0,94	-0,9
14	55,5	1	-0,225	0,31	0,99	-0,6	42	32,5	2	0,802	0,28	1,01	0,2
15	37,5	1	0,562	0,23	1,02	0,7	43	77,3	2	-1,302	0,31	0,98	-0,4
16	28,9	1	0,975	0,09	1,07	2,0	44	56,2	2	-0,255	0,32	0,99	-0,5
17	49,5	1	0,036	0,22	1,03	1,8	45	36,5	2	0,608	0,15	1,07	2,5
18	78,2	2	-1,359	0,43	0,94	-1,3	46	62,5	2	-0,539	0,24	1,03	1,1
19	75,6	1	-1,194	0,27	0,99	-0,2	47	21,5	2	1,398	0,11	1,05	1,0
20	44,7	1	0,240	0,31	0,97	-1,3	48	18,5	2	1,597	-0,04	1,10	1,6
21	74,8	1	-1,149	0,28	1,00	-0,1	49	72,0	2	-1,004	0,21	1,02	0,6
22	27,6	1	1,044	0,27	0,98	-0,4	50	65,7	2	-0,687	0,35	0,97	-1,2
23	67,0	2	-0,750	0,43	0,96	-1,4	51	66,8	2	-0,737	0,25	0,99	-0,3
24	72,4	2	-1,025	0,40	0,95	-1,3	52	54,5	2	-0,180	0,17	1,05	2,7
25	75,9	1	-1,209	0,40	0,94	-1,3	53	90,5	2	-2,380	0,41	0,92	-0,9
26	12,7	1	2,054	0,23	0,98	-0,2	54	58,2	2	-0,342	0,25	1,02	0,7
27	69,7	1	-0,876	0,22	1,02	0,5	55	51,5	2	-0,049	0,09	1,09	4,5
28	34,9	1	0,677	0,16	1,05	1,8							

Tab. C.2: Items der Hauptstudie zur empirischen Überprüfung der Satellitenbild-Lesekompetenz (zweidimensionale Skalierung) (Quelle: eigene Onlinebefragung)

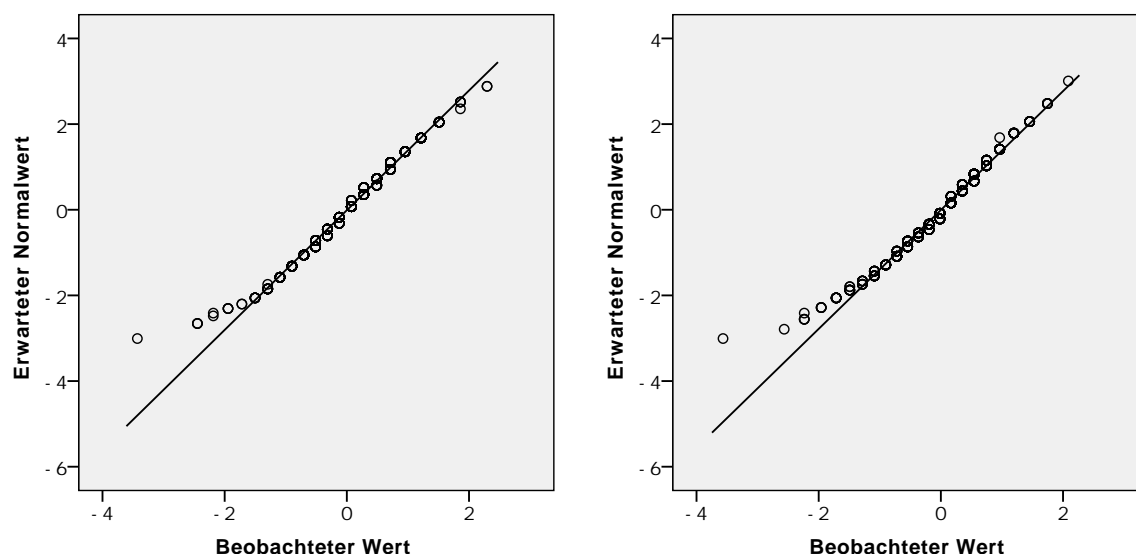


Abb. C.3: Q-Q-Diagramme der ersten (links) und zweiten Kompetenzdimension (rechts) der Satellitenbild-Lesekompetenz (Quelle: eigene Onlinebefragung)

	Geschlecht	SB Schule	SB privat	Google Earth	Gesamte Nutzung
Geschlecht					
Spearman-Rho	1	0,119	0,172	0,100	0,152
Sig.		0,001	0,000	0,006	0,000
N	758	750	750	750	750
Satellitenbildnutzung in der Schule					
Spearman-Rho	0,199	1	0,364	0,258	0,628
Sig.	0,001		0,000	0,000	0,000
N	750	750	750	750	750
Private Satellitenbildnutzung					
Spearman-Rho	0,172	0,364	1	0,457	0,708
Sig.	0,000	0,000		0,000	0,000
N	750	750	750	750	750
Nutzung von Google Earth & Co.					
Spearman-Rho	0,100	0,258	0,457	1	0,720
Sig.	0,006	0,000	0,000		0,000
N	750	750	750	750	750
Gesamte bisherige Nutzung von Satellitenbildern					
Spearman-Rho	0,152	0,628	0,708	0,720	1
Sig.	0,000	0,000	0,000	0,000	
N	750	750	750	750	750

Tab. C.3: Korrelationen zwischen bisheriger Beschäftigung mit Satellitenbildern und Geschlecht (Quelle: eigene Onlinebefragung)

